

선박용 자재 선입/선출관리를 위한 단일안테나 RFID shelf의 구축에 관한 연구

Design and Implementation of single antenna RFID Shelf for FIFO Management of marine materials

장원태*

Won-Tae Jang*

요 약

본 논문에서 선박의 자재 선입/선출의 관리를 위한 RFID Shelf 시스템의 설계 및 구현을 제안하고자 한다. 제안하는 시스템은 기존의 RFID를 활용한 선박의 자재 선입/선출시 문제가 되는 비용 및 데이터 유효성의 문제 해결을 위해 Shelf당 하나의 RFID Reader에 단일 안테나의 사용으로 비용 문제를 해결하고, 선박과 같은 철 구조물에서의 Radio wave(RFID)사용 시 발생하는 데이터의 유효성을 검증한다. 또한 RFID Shelf 시스템에서 취합된 자재 선입/선출의 정보는 선박정보 시스템 설계하기 위한 목적을 가지고 있다. 제안된 RFID Shelf 시스템을 통해 선박내 자재를 체계적으로 관리하고 효율적인 업무 처리를 실현하는 효과를 기대할 수 있다.

Abstract

In this paper, design and Implementation of single antenna RFID Shelf for FIFO management of marine materials, and propose a design as one effective solution of the problem. The goals of the proposed design and system are as follows: cost saving, RFID data validation. Cost problem occurs by the use of many RFID readers. Data problems in the steel structure is generated by the use of radio wave (RFID). In addition, material data from RFID Shelf system, is expected to be used FIFO design information for the vessel information system. Through the proposed RFID Shelf System, it is expected to systematic management and efficient business processes for the vessel information system.

Key words : RFID, Antenna, Vessel Information System, Data Collection, Data Filtering, Middleware

I. 서 론

선박에서의 RFID(Radio Frequency Identification)기술의 활용분야는 주로 저주파대역(125 KHz, 134 KHz)의 RFID 기술을 활용하는 출입통제관리 분야, 극초단파(UHF, 433.92 MHz), 마이크로 웨이브(2.45

Ghz) RFID 기술을 활용하는 컨테이너관리 분야로 대별되고 있는 실정이다. RFID관련 산업의 관련기술의 개발 현황은 크게 RFID Tag산업, RFID 리더기 산업, 그리고 RFID 미들웨어(Middleware)산업과 관련 소프트웨어 및 어플리케이션으로 구분할 수 있다. 선박에서의 RFID(Radio Frequency Identification)기술의 활용

* 동서대학교 컴퓨터정보공학부 부교수

· 제1저자 (First Author) : 장원태

· 투고일자 : 2011년 6월 3일

· 심사(수정)일자 : 2011년 6월 3일 (수정일자 : 2011년 6월 21일)

· 게재일자 : 2011년 6월 30일

의 한계요인으로서는 첫 번째, RFID 도입시 발생하는 과도한 비용 문제 이중에서도 RFID 리더기의 비중이 가장 큰 부분이다. 두 번째, RFID 주파수 대역 중 가장 활성화된 900 MHz 대역의 RFID기술의 killer Application의 활성화 되지 않은 부분이다. 세 번째는, 선박과 같이 철 구조물에서의 Radio wave(RFID)사용시 발생하는 문제로 인한 RFID기술의 유효성의 검증 문제 등으로 요약할 수 있다.

본 연구에서는 선박에서의 RFID(Radio Frequency Identification)기술의 활용의 한계요인인 세 가지 요인을 분석하여 선박에서 필요한 900 MHz대 RFID 기술을 활용한 재고관리, 도난방지, 재고잔량 자동 확인 등이 가능한 RFID Shelf 시스템을 설계 하였다. 또한 이들 시스템의 원활한 구동을 위한 네트워크시스템과 미들웨어(Middleware)시스템 및 응용(Application) 시스템 통합방안에 대하여 고찰 한다.

II. 시스템의 구성과 특징

2-1 시스템의 구성

본 RFID Shelf 시스템은 RFID Reader, 컨트롤 박스, RFID 안테나 부분을 포함하는 하드웨어부분과 데이터 Collection, 데이터 Filtering, 데이터 Store, 데이터 Transmission 부분을 포함 하는 소프트웨어, 미들웨어 부분으로 구성된다.[4].

자재의 재고관리, 도난방지, 재고잔량 자동 확인 등이 가능한 900 MHz대 RFID 기술을 활용한 RFID Shelf 시스템을 구축 하였다. RFID Reader를 통해 보관소내 물품의 재고현황 실시간 파악, 기존의 시스템과 연동 하여 업무의 효율성을 높이고자 하였다. 또한 RFID Shelf에 RFID Reader를 공통으로 사용하여 RFID Reader의 설치를 최소화 하여 비용 측면에서도 고려하였다. RFID Reader를 공통으로 사용하고, RFID 안테나를 RFID Shelf에 직접 디자인 하였다. 하나의 RFID Reader로 여러개의 RFID 안테나에서 인식되는 데이터 충돌(Collision)은 데이터 Collection, 데이터 Filtering의 미들웨어에서 제어 하였다.[2].

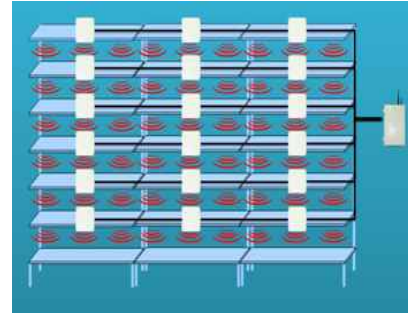


그림 1. RFID Shelf 시스템 구성도.
Fig. 1. RFID Shelf System.

2-2 RFID Reader 및 컨트롤 박스

RFID Reader 및 컨트롤 박스는 통신 기능, 모니터링 기능, 제어 기능, 에러체크 기능으로 구분 하였다. 통신 모듈은 ZigBee IEEE802.11 a/b, RS232C을 지원 한다. 모니터링 모듈은 자재의 부착된 RFID Tag를 통하여 실시간으로 재고과약 및 주기적인 온/습도를 측정하여 자재관리 시스템과 연동하는 기능을 지원 한다. 제어 모듈은 RFID 포트에 연결된 RFID 안테나를 선택하여 제어하는 기능, 시스템 내외부에서 원격 제어하는 기능을 지원한다.

표 1. RFID Reader 시스템 사양

Table 1. Spec of RFID Reader System.

구 분	내 용
RFID Frequency	910 MHz ~ 914 MHz
Modulation Sytem	ASK/PSK
Air I/F	ISO 18000-6B/Gen2
Com Port	RS232C, IEEE802.11.a/b
Power Supply	1W ERP 4W
Frequency Hopping	HFSS/LBT
Output port	8port
Operation range	0~40, 0~90%

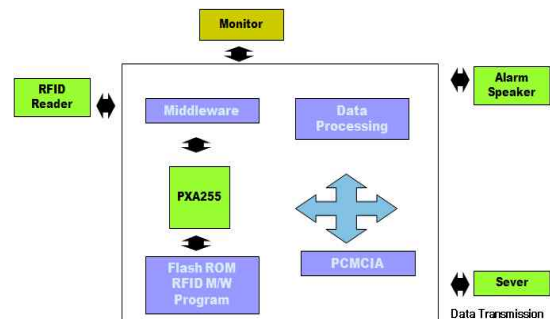


그림 2. 컨트롤박스 시스템.
Fig. 2. Control Box System.

2-3 RFID 안테나

RFID Reader를 공통으로 사용하고, RFID 안테나를 RFID Shelf에 직접 디자인 하였다. 안테나 설계시 910 MHz ~ 914 MHz 주파수 대역의 파장, 안테나의 유효면적, RF 입력 Impedance, 안테나 지향성 등을 고려 하였다. 컨트롤 박스로 부터의 제어신호를 받아 RFID Shelf의 안테나를 활성화 시킨다. 물품에 부착된 RFID tag정보를 RFID Reader로 전송한다. RFID Shelf와 RFID 안테나는 안테나 케이블을 사용하여 인터페이스며, 다음 Shelf의 RFID 안테나로 신호를 넘기며 물품에 대한 정보를 획득한다.[7].

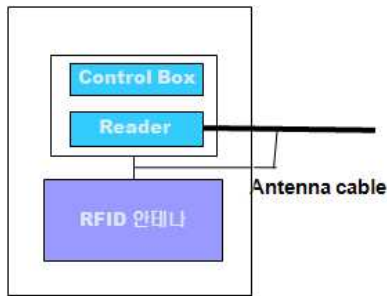


그림 3. RFID 안테나 인터페이스.
Fig. 3. Interface of RFID Antenna.

III. 미들웨어 소프트웨어 시스템

3-1 RFID Shelf 동작원리

RFID Shelf 시스템 동작원리를 나타내었다. 먼저 프로그램시작과 동시에 시리얼함수를 Open시켜주고 RFID Shelf 시스템의 RFID tag 정보가 tagging시 까지 계속 신호를 발생시켜주면서 대기 한다. RFID tag 정보가 tagging를 인식하였을 경우 Send함수를 이용하여 데이터를 전송하고 Recv함수를 이용하여 서버로부터 처리된 선박내의 자재의 Status 정보를 획득한다. 이벤트 발생부에서는 자재의 Status 정보를 사용자에게 알려준다. 마지막으로 시리얼 함수를 입력받지 않으면 다시 대기모드로 돌아가서 RFID tag 정보가 tagging시 까지 기다리게 된다.

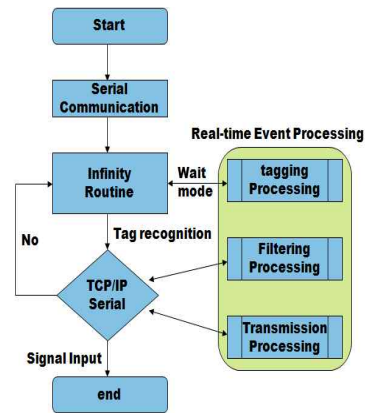


그림 4. RFID Shelf 동작원리.
Fig. 4. Operation principle of RFID Shelf

3-1-1 RFID 데이터 Collection 시스템

그림 5은 RFID 데이터 Collection 부분을 나타내었다. Collection은 IEEE 802.11a/b, Serial 통신 프로토콜을 사용하여 RFID 리더기와 통신한다. 데이터 Collection 프로그램에서는 접속을 대기하는 소켓과, RFID tag tagging시 통신을 하는 소켓으로 구성된다. 데이터 Collection프로그램에서 서버의 설정을 접속 대기 상태로 바꿔주면 RFID tag tagging을 받아들이기 위해 대기 소켓을 먼저 생성하고 이 소켓의 Listen 함수를 호출하여 접속을 대기한다. 접속 요청이 들어오면 OnAccept함수가 호출되고 이 함수에서 FormView에 연결을 알려주고 실제 통신 소켓을 생성하게 된다. 이렇게 접속이 이루어진 후 동일한 데이터를 수신했을 때 OnReceive함수가 호출된다. 이 함수에서 Receive함수로 데이터를 읽어 Filter로 데이터를 생성 한다.[1].

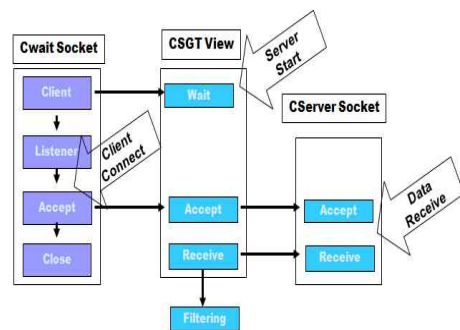


그림 5. RFID 데이터 Collection 시스템.
Fig. 5. RFID Data Collection System.

3-1-2 RFID 데이터 Store 시스템

그림 6은 RFID 데이터 Store 부분을 나타내었다. Store는 데이터베이스와 로그파일에 데이터를 기록한다. Filter에서 전달된 ID는 통신부에서 발생한 RF Reader기의 접속 정보와 전송된 모든 데이터등을 LogWrite 함수를 이용해 로그파일에 시간과 함께 기록한다. 그리고 수신한 ID값을 이용해 데이터베이스를 검색하고 그에 해당하는 정보들과 ID값을 데이터베이스의 Attendance 테이블에 기록한다. 이렇게 저장된 데이터들은 Report를 통해 운영자에게 여러 형태로 제공된다. [1].

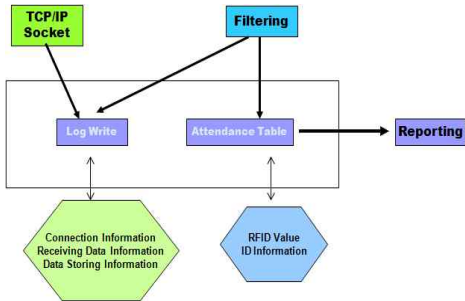


그림 6. RFID 데이터 Store 시스템.
Fig. 6. RFID Data Store System.

3-1-3 RFID 데이터 Filtering 시스템

그림 7는 RFID 데이터 Filtering 부분을 나타내었다. Filter는 데이터의 변환과 데이터베이스를 이용해 불필요한 데이터, 중복된 데이터를 여과해 데이터베이스에 기록한다. Collection 시스템에서 전송된 데이터는 hex2ascii함수에서 ASCII값으로 변환되고 IDCheck 함수와 RegisterChaeck 함수, ClassCheck함수를 이용해서 데이터베이스에 해당 데이터를 검색해 ID값을 비교 검색해서 적절한 값만을 Attend함수로 넘겨주게 된다. 이 Attend함수는 해당하는 물품코드를 읽어 들이고 통신부에 접근하여 ImageSend함수를 통해 클라이언트로 전송을 하고 현재 열려있는 소켓을 닫고 다시 대기상태로 돌아가게 된다. 이 함수는 또 Store로 데이터를 넘겨주게 된다.[8].

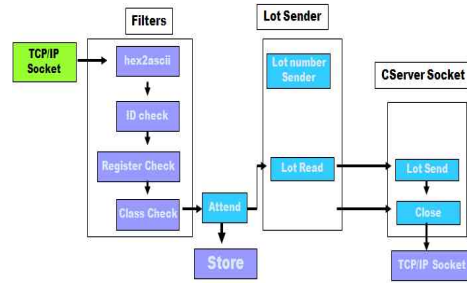


그림 7. RFID 데이터 Filtering 시스템.
Fig. 7. RFID Data Filtering System.

3-1-3 RFID 데이터 전송 시스템

RFID 데이터 서버 전송 프로그램을 나타내었다. 그림 8에서 보는 것처럼 RFID Shelf와 연결되어서 데이터를 받아오는 Collection, 데이터를 프로그램의 목적에 맞게 여과시켜주는 Filter, 데이터를 데이터베이스와 파일에 저장하는 Store, 그리고 데이터베이스와 연결해 데이터를 여러 형식으로 출력하는 Report 부분으로 구성하였다.[9].

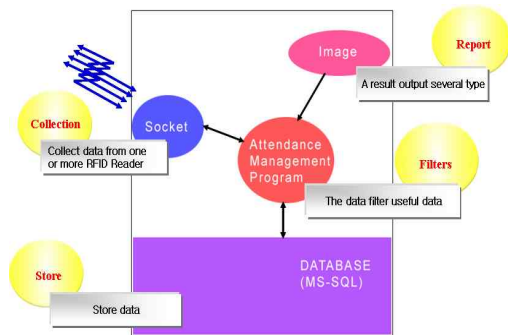


그림 8. RFID 데이터 전송 시스템.
Fig. 8. RFID Data Transmission System.

IV. 실험 결과

본 RFID Shelf 시스템은 RFID Reader, 컨트롤 박스, RFID 안테나 부분을 포함하는 하드웨어부분과 데이터 Collection, 데이터 Filtering, 데이터 Store, 데이터 Transmission 부분을 포함 하는 소프트웨어, 미들웨어 부분으로 구성된다.[4].

RFID Shelf 시스템의 실험은 크게 두 개의 부분으로 나누어 실시하였다. 첫 번째는 RFID Reader, 컨트롤

를 박스, RFID 안테나 부분을 포함하는 하드웨어부분의 RFID tag 정보의 인식 Test와 데이터 Collection, 데이터 Filtering, 데이터 Store, 데이터 Transmission 부분을 포함 하는 소프트웨어, 미들웨어 부분의 데이터 유효성 검증의 Test로 나누어 실험 하였다.[2]. 첫 번째 하드웨어 부분의 실험은 철재 Shelf의 상단에 단일 안테나를 설치하였고, 금속성 용기에 RFID tag를 부착하였다. 15개의 금속용기의 인식률과 위치를 기록하였다. 사용한 RFID 안테나는 circular type, 이득 값은 6 dBi(상에서 하로 방사 형태)를 사용함 RFID tag는 OMRON사용.



그림 9. RFID 데이터 전송 시스템.
Fig. 9. RFID Data Transmission System.

다음과 같은 실험결과를 도출함.

- 금속용기의 tag부착위치에 따른 인식률 차이
- 금속용기의 이격거리에 따른 인식률 차이
- 물리적인 이격제(종이)사용 시 인식률 상승
- 추가적인 안테나 사용 시 인식률 100(%)
- 금속용기외 종이재질의 인식률 100(%)

사용된 RFID 안테나의 HFSS 해석 결과를 시뮬레이션 하였다.

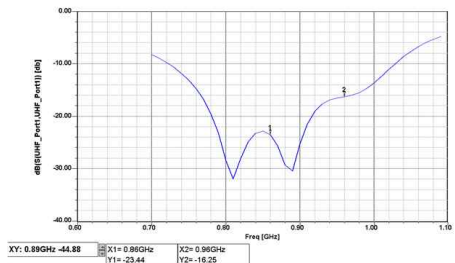


그림 10. HFSS 시뮬레이션.
Fig. 10. HFSS Simulation.

두 번째 데이터 Collection, 데이터 Filtering, 데이터 Store, 데이터 Transmission 부분을 포함 하는 소프트

웨어, 미들웨어 부분의 데이터 유효서의 Test환경은 다음과 같다.

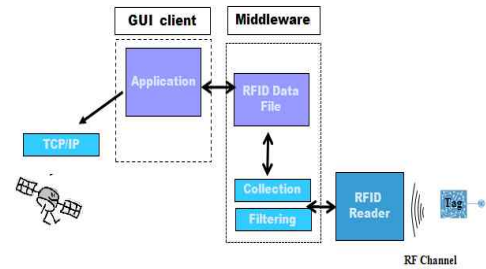


그림 11. 데이터 유효성 실험.
Fig. 11. HFSS Simulation.

RFID tag에서 인식된 데이터를 데이터 Collection, 데이터 Filtering의 RFID 미들웨어 부분에서의 유효성 검증을 수행하고, 검증된 데이터를 데이터 Store, 데이터 Transmission 부분을 통하여 디자인된 DB테이블에 Insert되는지를 확인 하였다. 현실적인 제약요소로 인한 네트워크 부분은 TCP/IP상에서 수행하였다. 향후 기존시스템(Legacy)과의 연동을 위해 Test 테이블은 조정이 필요하다.

이름	데이터 형식	Null 허용
pCard_No	int	<input checked="" type="checkbox"/>
pCard_name	varchar(20)	<input checked="" type="checkbox"/>
pInstallment	int	<input checked="" type="checkbox"/>
pPay_price	int	<input checked="" type="checkbox"/>
pdate	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
payId	int	<input type="checkbox"/>
mmId	char(15)	<input checked="" type="checkbox"/>

그림 12. 테스트 테이블.
Fig. 12. Test Table.

V. 결 론

본 연구에서는 선박에서의 RFID(Radio Frequency Identification)기술의 활용의 한계요인인 세 가지 요인을 분석하여 선박에서 필요한 900 MHz대 RFID 기술을 활용한 재고관리, 도난방지, 재고잔량 자동 확인 등이 가능한 RFID Shelf 시스템을 설계 하였다. 또한 이들 시스템의 원활한 구동을 위한 네트워크시스템과 미들웨어(Middleware)시스템 및 응용(Application)시스템을 구현 하였다. 본 연구에서 개발한 RFID Shelf 시스템의 유효성을 평가하기 위하여 실험을 실

행하였고, 실험결과를 통하여 결과를 요약하면 다음과 같다.

- ① 하나의 RFID Reader에 단일 안테나 설계로 도입시 발생하는 과도한 비용 문제 극복.
- ② 실험을 통한 금속성 재질의 RFID인식률제고 및 RFID tag 부착위치별 인식률 검증.
- ③ Air Interface 주파수 간섭 및 RFID Middleware 구현을 통한 데이터 유효성 검증.
- ④ 통합시스템 구현을 물품의 실시간 상태 점검으로 효율적인 개선.

감사의 글

본 논문은 2010년도 동서대학교 "Dongseo Frontier Project" 지원에 의하여 이루어진 것임.

참 고 문 헌

[1] ITS 구축용 RFID 교통카드 및 IEEE802.16연동 RFID 시스템 개발 "한국해양정보통신학회지, 제 12권 11호 Page 2062 ~ 2068 2008.11.

[2] "RFID 에어 인터페이스 표준화 동향," 주간기술동향 1154호, 2004. 7. 14.

[3] 송두현 외(1999) "항해 정보 모니터링 및 기록 시스템 개발에 관한 연구", 한국항해학회지, 제23권 3호 Page 1 ~ 15

[4] AT91SAM7S256 ARM 칩을 이용한 UHF RFID R/W 단말기 개발 "대한전자학회 하계학술대회"2008.6 p1131~p1132

[5] EPCglobal HAG(Hardware Action Group), "EPC Radio-Frequency Identify Protocols Generation 2 UHF Tag(Class 1), Protocol for communications at 860MHz-960MHz," 2002. 2. 24.

[6] MIT Auto ID Lab, <http://www.autoidlabs.org/>

[7] EPCglobal Inc. <http://www.epcglobalinc.org/>

[8] Alien technology, <http://www.alientechnology.com>

[9] Navas, D. , "RFID Feeds the Supply Chain Lower costs, fresh standards momentum, and developments

in tag technology are driving real-world applications", *ID SYSTEMS*, Vol.21 No.7, 2001

[9] A. Java, X. Song, T. Finin and B. Tseng, "Why we twitter: understanding microblogging usage and communities," *In Proceedings of the 9th WebKDD and 1st SNA-KDD 2007 Workshop on Web Mining and Social Network Analysis*, pp. 56-65, 2007.

장 원 태 (張元泰)



1989년 2월 : 성균관대학교 전자공학과
 1996년 2월 : 서울시립대학교 제어계측공학과
 1989년 8월~2001년 12월 : Korea Telecom Authority International
 2002년 3월~현재 동서대학교 컴퓨터 정보공학부 교수

관심분야: Mobile Network, RFID, Remote Control, Mobile S/W, Smart Phone