RFID기술을 이용한 휠 스캐너 개발

Development a wheel scanner using RFID technology

정수영* 고영호** 박영대*** 김창욱***

Chung, Su Young Ko, Young Ho Park, Young Dae Kim, Chang Wook

ABSTRACT

Radio frequency identification, or RFID, is a generic term for technologies that use radio wave to automatically identify people or objects. UHF RFID technology is used for everything from tracking goods within their supply chain, working in process and for other applications. If RFID is applied in wheel scanner that is a important equipment to measure a diameter, width, height of wheel, efficiency in maintenance will be improved because of checking data in real-time.

In domestic technology , capacity of wheel scanner technology as well as RFID are less good than foreign goods there a up to current day a point of read range, anti-collision, a tolerance. Therefore, sturdy on the development of wheel scanner using RFID technology to measure wheel in maintenance of rolling stock was carried out in this paper.

1. 서 론

국내 철도차량 운영기관의 관리시스템은 본사와 기지 사무실간 네트워크망으로 잘 구축 되어 있으나, 실제 차륜의 유지보수를 담당하는 현장에서는 차륜관리 업무를 수작업으로 처리하고 있어 인원 및 시간의 낭비뿐만 아니라 인적 오류발생 가능성 등 검수업무 효율성을 저해하는 여러 가지 요인이 상존하고 있다.

본 연구는 철도차량의 차륜 형상 측정 장치인 휠 스캐너에 RFID 기술을 접목할 경우 차륜 직경, 차륜 폭, 차륜 높이 등에 대한 차륜 유지보수 데이터를 실시간으로 확인 및 네트워크화하여 D/B 관리함으로써 철도 운영기관의 관리 효율성 을 대폭적으로 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

RFID기술을 이용한 휠 스캐너 연구에서는 RFID개념, 국내외 동향, 적용사례를 통하여 RFID 휠 스캐너의 설계 기준 도출 그리고 국내외 특허를 조사하여 차륜 유지보수 관리에 대한 효율적이고 신뢰성을 향상시킬 수 있는 U-관리시스템 모델을 구현하고자 한다.

* 서울메트로, 기술연구센터, 정회원
E-mail : 19882@hanmail.net
TEL : (02)520-5960 FAX : (02)520-5969
** 서울메트로, 기술연구센터, 비회원
*** (주)정설시스템, 장비사업팀, 비회원
*** (주)정설시스템, 장비사업팀, 정회원

2. RFID 개념

2.1 RFID 종류

RFID 기술은 현재 유통, 물류, 의료, 교통, 출입 등 다양한 분야에 적용 되고 있으며, 칩 관련한 반도체 기술의 발전과 인터넷의 등장으로 인하여 지난 10여 년 동안 꾸준한 발전을 해 오고 있다. 이는 향후 몇 년 내에 대부분의 제품에 태그를 부착하게 한다면 유비쿼터스 환경 구축에 큰 기여를 할 것으로 기대된다. RFID 기술은 사용 주파수에 따라 저주파, 고주파, 초고주파 및 마이크로파 대역으로 나뉘고, 각 주파수 대역의 전파 특성에 따라 교통카드, 물품관리, 출입카드, 동물추적, 폐기물 관리 등 다양한 분야에 적용되고 있다.

리더기의 형태에 따라 고정형, 휴대형, 모바일 RFID 기술로 분류되고, 동작방식에 따라 수동형, 능동형으로 분류된다. 최근에는 승용차 요일제, 택시안심귀가서비스, 국방탄약관리 등 RFID 시범서비스를 선보이면서 우리 생활에 파고들고 있다. 또한 항만물류관리 등과 같이 긴 인식거리가 필요한 433MHz 대역의 능동형 RFID 기술을 포함하여 많은 연구와 실증실험, 시범서비스나 본 사업이 이루어지고 있다.

도표 1. 주파수 대역에 따른 특성

구 분 주파수	특성	적용분야
125kHz	- 인식거리 50cm - 물, 금속 환경에 강함 - 데이터 속도 낮음	출입 통제 가축 관리 차량 원격
13.56MHz	- 인식거리 1m - 물에 강함, - 금속 환경에 약함 - 데이터 속도 양호	교통 카드 재고 관리 도서관,FA
860MHz - 960MHz	- 인식거리 3-8m - 데이터 전송 높음 - 금속 환경에 적합	유통 분야, 물류 분야
2.45GHz	- 인식거리 90cm - 태그 사이즈가 작음 - 데이터 속도 빠름	상품 관리 차량 통제

2.2 RFID 기술

2.2.1 수동형 RFID 기술

수동형 RFID 시스템은 그림.1과 같이 태그(Tag)와 리더(Reader)로 기본적으로 구성되며, 호스트를 통하여 네트워크망에 연동되어 응용 서비스를 제공한다. 태그를 부착한 물체가 리더의 안테나 인식범위에 들어오게 되면 리더는 태그에게 신호를 보내고, 태그는 리더의 질문에 응답한다. 자세히 기술하면, 리더는 900MHz 주파수를 가지는 연속적인 전자파를 변조하여 태그에게 질문 신호를 송신하고, 태그는 내부 메모리에 저장된 자신의 고유 정보를 리더에게 전달하기 위하여 리더로부터 송신된 전자파를 후방산란 변조 시켜 리더에게 되돌려 보낸다.

수동형 태그는 별도의 전지를 가지고 있지 않기 때문에, 자신의 동작 전력을 얻기 위하여 리더로부터 송신되는 전자파를 정류하여 전원으로 이용한다. 이론적으로 수동형 태그는 반영구적이다.

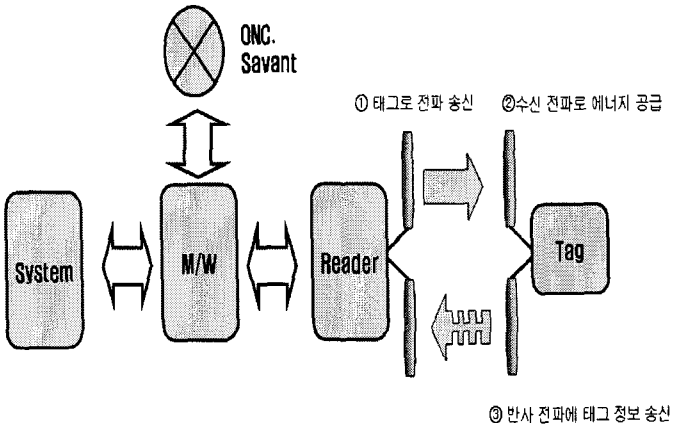


그림1. RFID 시스템 구성

2.2.2 리더 기술

UHF 대역에서의 리더와 태그 간의 통신 프로토콜인 EPCglobal의 Class1 Gen2 규격이 ISO/IEC 18000-6 A, B type에 이어 국제 단일 표준인 18000-6 C type로 2006년 6월에 확정되었다. Class1Gen2 규격은 기존 통신 프로토콜에 비해 인식속도가 높고, 동시에 태그를 액세스할 수 있는 다중 리더 기능, 유연한 태그 식별 프로토콜, 보안 기능의 강화, 밀집 리더 모드 지원 등 다양한 측면에서 기술적 우위를 갖는다.

수동형 리더 역시 태그 식별 성능 개선을 위한 식별 알고리즘의 연구와 밀집리더 환경에서의 다중 리더 운용기술에 대한 연구가 이루어지고 있다. 밀집리더 환경에서 다수 개의 태그를 효율적으로 식별하기 위해서는 리더간의 간섭, 리더-태그간섭, 또한 다수 개의 리더가 동시에 동작할 수 있는 통신 프로토콜 등에 대한 기술 개발이 필요하며, 이를 바탕으로 효율적인 다중 태그 식별 알고리즘의 개발이 필요하다.

현재 LBT나 FHSS의 주파수 호핑 방법을 이용하여 리더간의 충돌 문제를 일부 해결하고 있으나, 밀집 리더 환경에서는 다수의 리더들 상호간의 충돌을 최소화 할 수 있는 보다 효율적인 채널 운용 알고리즘 및 프로토콜의 개발이 필요하다. 현재 미국 인터맥, 심벌., Samsys, 에어리언. 등에서는 Gen2 기반 밀집모드 지원 리더의 상용시제품 발표가 이루어지고 있으며, 국내에서는 한국전자통신연구원이 밀집모드 지원 리더의 개발을 완료하였다.

2.2.3 태그

수동형 태그는 일반적으로 칩과 안테나로 구성된다. 칩에는 상품의 고유 식별 코드나 정보가 있으며 리더의 요청에 의해 자신의 정보를 전송한다. 특히, 수동형 태그의 경우 태그 안테나의 최적 설계가 상당히 중요하므로, 가능한 최대의 전력을 손실 없이 태그 칩으로 전달하여야 하며, 이를 위하여 우수한 방사 특성과 함께 칩과의 완벽한 정합이 이루어져야 한다.

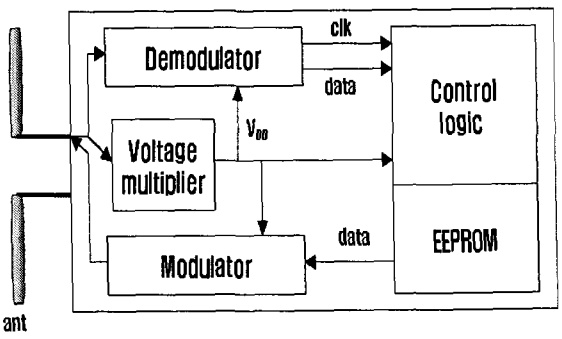
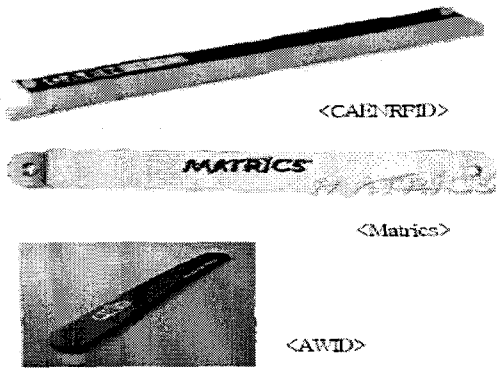


그림2. RFID 태그 구조

또한, RFID 태그는 용도의 특성상 상품에 부착되어 사용되므로 태그의 부착 물체의 특성 및 동작 환경에 따른 최적화가 요구되어 진다. 특히, 금속물체의 경우 흔히 사용하는 라벨형 태그와는 다른 구조의 안테나 설계와 패키징 개발이 필요하다. UHF 대역의 국제 단일 표준으로 ISO 18000-6 C type이 제정됨에 따라 Impinj, Alien, Philips ,Ti를 비롯한 여러 업체들에서 대량의 칩 생산을 하고 있다.



<CAEN RFID>

<Matrics>

<AWID>

그림3. 금속제 부착형 태그

3. RFID 휠 스캐너 개발

3.1 휠 스캐너의 개요

휠 스캐너는 철도차량 차륜의 답면 형상을 측정하여 마모의 정도를 측정하고 삭정 또는 교체 여부를 즉시 판단할 수 있는 차륜 답면 측정기이다.

구성은 자성체에 의해 차륜에 탈부착되는 거치대와 로터리 엔코더가 장착된 측정센서가 결합된 측정부로 구성되어 있다. 또한, 데이터를 전송하는 인터페이스를 통하여 측정 결과의 저장, 현시, 분석이 가능한 장비이다.

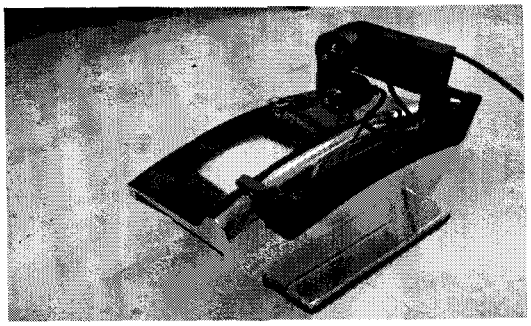


그림4. 휠 스캐너

센서를 통해 들어 온 데이터들을 토대로 차륜 형상을 그래픽으로 표시되며, 차륜형상의 플렌지 높이, 플렌지 두께, 차륜직경도 표시된다.

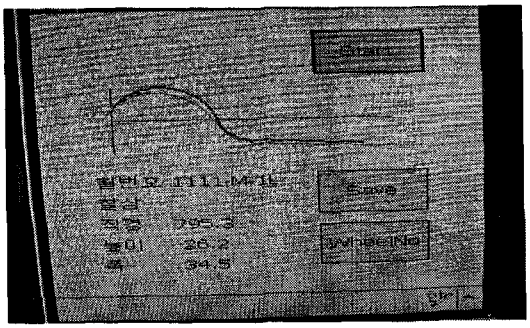


그림5. PDA화면

형상 스캐닝 시간은 거치대를 차륜에 장착 후 3초이내 측정할 수 있으며, 그 측정값을 저장하여 차륜의 마모량을 계산 할 수 있어, 철도 재료의 연구, 기획 및 유지보수 업무 등의 관리에 매우 효과적다. 이 장비에 UHF대역의 RFID 리더 기능을 추가하여 실시간 데이터 확인 및 제품의 관리를 원활하게 할 수 있다.

RFID 휠 스캐너 개발에는 크게 하드웨어와 소프트웨어로 나눈다.

3.2 RFID 통합형 하드웨어

RFID 리더 모듈과 휠 스캐너 핵심 모듈이 결합된 통합형 모듈을 재설계 개발함으로서 측정과 관리를 동시에 구현할 수 있는 시스템이 구축되고 이는 유지 보수 향상을 가져올 것이다. 그 방식은 CF 커넥터를 이용하는 형태로 설계할 예정이며 통합시 그 크기가 중요하므로 효과적인 PCB 설계 요구되며 각 모듈의 설계를 독립적으로 구현 하였다.

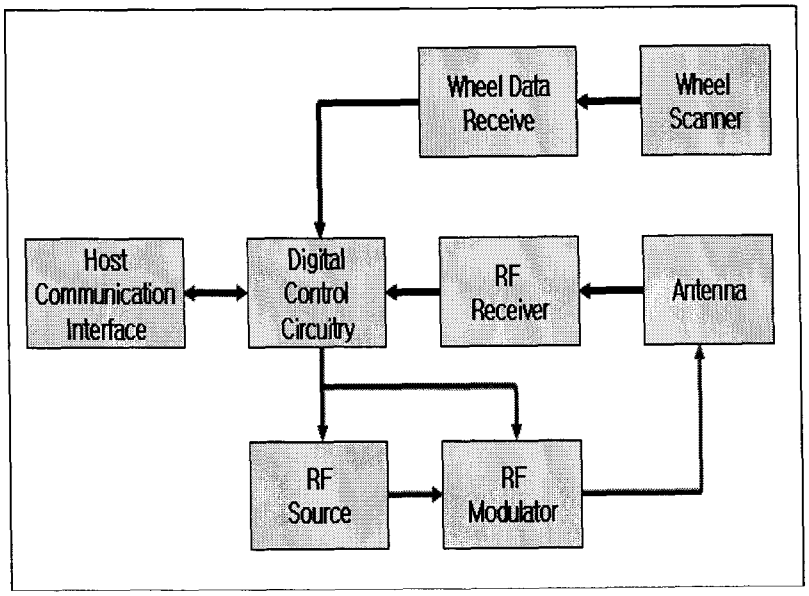


그림6. 통합형 휠스캐너 구성도

하드웨어는 크게 디지털파트, RF파트 및 휠측정 모듈로 구분되어진다. 디지털파트는 현재 개발된 PK2440 메인보드를 이용하고 시스템 제어 및 신호처리를 담당하게 된다. RF파트는 수신부, 송신부, 그리고 국부발진부로 구성되며 MCU에서 송수신을 제어하는 시스템으로 태그 인식 및 기록을 담당하게 된다. 휠 측정 모듈의 경우 RF파트에 기 개발된 휠 측정 모듈 회로를 병합하여 재설계함으로서 PDA 시스템의 CF포트를 통해 데이터를 송수신 한다.

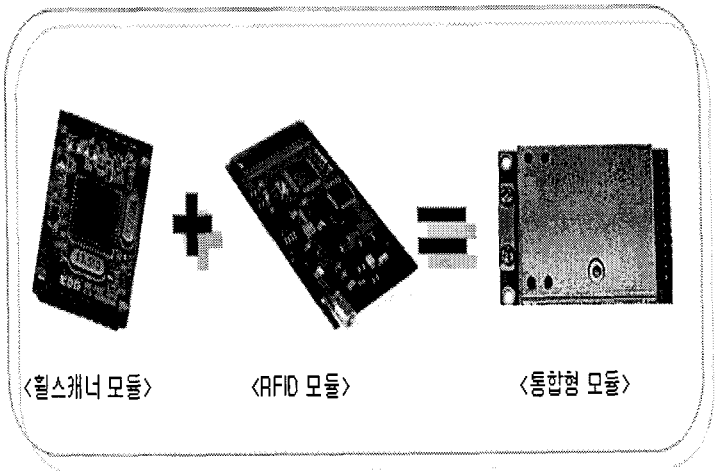


그림7. 통합형 휠스캐너 모듈

원거리 RFID 태그 인식를 좌우하는 RFID 모듈의 성능은 국내 무선 규격에 의거하여 다음과 같이 구현하였다.

도표 2. RFID 모듈 성능

항목	단위	성능
주파수	MHz	• 910 - 914MHz
호핑 채널	CH	• 15 channel
채널 간격	kHz	• 200 kHz
전송전력	dBm	• 30 dBm
전력 제어	dB	• 15 dB
사용 온도	C	• -10 ~ 50 C
사용전압	V	• 3.7 V

3.3 RFID 통합형 소프트웨어

RFID 리더를 제어할 수 있는 소프트웨어 및 기존에 개발된 휠 스캐너 측정 프로그램을 병합하여 통합형 소프트웨어를 연구하였고, 사용자의 요구 및 작업 환경을 충분히 반영된 U/I개발을 기본으로 한 응용 프로그램을 연구하였다.

도표 3. 통합 소프트웨어 기능 및 성능

항목	기능 및 성능
RFID 리더 인터페이스	• 복수 리더 장비에 대한 개별 장치, 식별 기능 지원 • 리더 통신 채널 및 시스템 정보 관리 기능 지원 • 수동형 모드 리더 지원 • EPC 리더 프로토콜 및 ISO15961 지원 • 물리적 인터페이스로 Ethernet, RS-232, USB, CF 지원
휠 스캐너 인터페이스	• 휠측정을 위한 데이터 송수신 기능 지원 • 각 차륜의 데이터 모니터링 기능 • 휠스캐너 설정 및 제어 기능
차륜 측정 데이터 처리	• 휠 스캐너에서 측정된 데이터를 처리하는 기능 • 측정된 데이터의 내/외부 어플리케이션 전달 기능 • 측정된 데이터의 기록 및 관리 기능
태그 데이터 처리 기능	• 리더로부터 전달되는 대량의 데이터 수집 기능 • 정제된 데이터의 내/외부 어플리케이션 전달 기능 • 유연한 태그 데이터 처리 모듈 추가/삭제 등 관리 설정기능

통합형 소프웨어 구성은 크게 RFID 시스템 소프트웨어, 미들웨어, 휠 스캐너 측정 소프트웨어, 호스트 어플리케이션으로 구성된다. 특히, RFID 장비와의 손쉬운 통신을 위해 별도의 Active X Control 컴포넌트를 제작하여 제어하는 프로그램을 연구하였다.

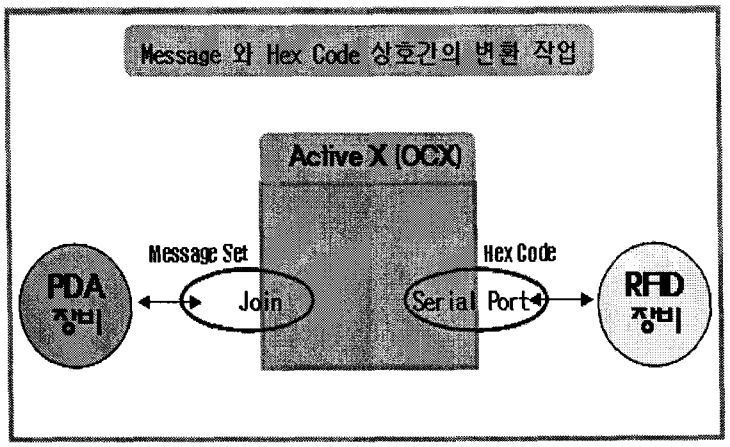


그림8. Active X 의 역할

3.4. RFID 휠 스캐너 측정 결과

본 연구과제로 개발한 RFID 휴대형리더기와 각 회사별 메탈 태그의 인식거리 측정을 하였다. 도표.4는 그 측정 결과를 보여준다.

도표 4. 인식 거리

태그 종류	안테나	인식거리(m)
C 사	4.5 X 5.0	1.4
S 사	15.0 X 2.5	1.5
E 사	6.5 X 3.5	1.5

4. 차륜 관리 시스템

4.1. 시스템 구성도

차륜 관리 시스템의 주요 구성 요소는 그림.9와 같이 UHF대역의 RFID리더, 태그와 차륜 측정 할 수 있는 휠 스캐너, 클라이언트/메인 서버로 구성되어 있다.

리더기와 클라이언트 서버간의 통신 환경은 2.4GHz 무선 랜을 이용한 무선통신과 무선 인프라가 구축이 안 될 경우 관리자가 작업 종료 전에 클라이언트 서버에 Batch형태로 저장된 데이터를 전송하는 유선 방식이 있다.

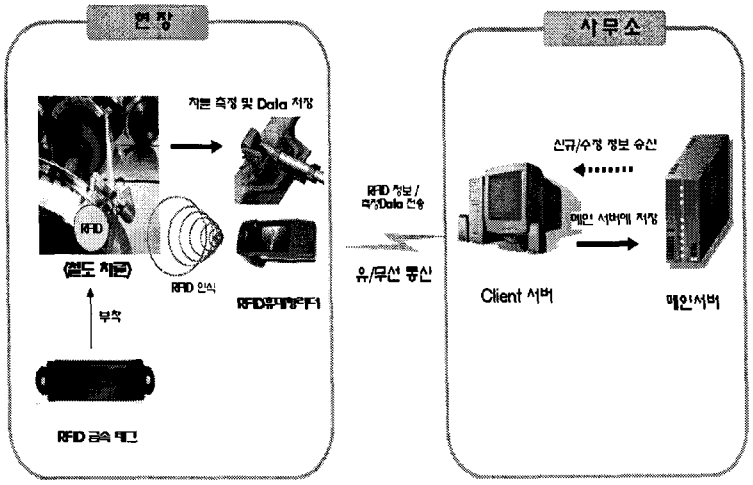


그림9. 차륜관리 시스템 구성도

업무 프로세스는 각 차륜에 부착된 태그의 ID를 휴대형리더기로 원거리 인식하고 휠 스캐너로 차륜의 직경, 차륜의 폭, 높이를 측정하여 측정된 Data를 휴대형 리더에 저장한다. 작업이 끝난 후 리더에 저장된 ID와 차륜 측정 데이터를 무선랜 또는 유선으로 클라이언트 서버에 저장하고 관리자는 이를 메인서버로 전송하여 실시간으로 차륜에 대한 유지보수 관리를 D/B화 할 수 있다.

4.2. 시스템의 특장점

4.2.1 철도차륜의 검수공정 단순화

본 연구는 현장에서 수작업으로 인하여 발생될 수 있는 검수 데이터의 오류 및 비효율적인 작업 공정을 줄이고 검수작업 과정을 단순화함으로서 유지보수비용 절감 및 차륜의 효율적 관리를 가능하게 한다.

4.2.2철도차륜의 검수작업 효율화

UHF RFID을 접목한 본 개발 기술은 비접촉식으로 어떤 상황이나 장소에 관계없이 차륜에 대한 검사를 수행할 수 있으며, 또한 인식 거리가 길어 기지 내에서 편성 차량의 일상 및 월상 검수 업무의 편의성 제고와 인적 오류가능성의 저하를 통한 검수작업의 효율화를 극대화 할 수 있다.

4.2.3 철도 차륜의 검수 이력 파악

기존 철도에 사용하고 있는 차륜의 검수는 버튼 메모리 방식이나 인식표에 의한 방법 모두 차륜의 S/N, 제작년도, 차륜의 용도 등에 관한 고정 데이터만 가지고 있으며, 검수 후 데이터를 수기로 작업양식에 기록하여 사무실에서 컴퓨터로 입력하는 방식으로 업무를 수행하고 있으므로 현장에서 차륜에 대한 검수이력을 파악하는데 어려움이 있다. 그러나 본 연구는 철도차량의 윤축에 태그를 부착하여 데이터를 통합 휠 스캐너에 저장하고 차량 검수 시 스캐너에서 태그를 인식하여 검수현장에서 차륜에 대한 이력 파악 및 추적이 용이하다.

4.2.4 철도 차륜의 원활한 부품 수급

본 연구의 경우 현장과 통합 정보관리시스템 사이에 일괄적인 네트워크 망이 구축되어 현장에서 차륜에 대한 검수 데이터가 통합 정보관리시스템으로 무선 전송되어 서버에서 D/B화 됨으로서 차륜의 연간 수요량에 대한 정확한 예측과 원활한 부품수급으로 검수업무의 생산성 향상과 더불어 부품의 과잉구매를 방지함으로서 예산 낭비 소지를 제거할 수 있다.

따라서 본 연구는 기존의 접촉식 인식기능의 버튼 메모리 대신에 비접촉식으로 인식 가능한 RFID 시스템을 기 개발된 휠 스캐너에 적용하여 철도 차륜 검수작업의 단순화를 통한 유지보수비용 절감, 검수차륜에 대한 이력 파악 및 차륜 관리 방법의 자동화 등을 통하여 궁극적으로 차륜의 유지보수 업무의 효율성을 극대화할 수 있다.

5. 결 론

본 연구를 수행함으로서 철도차량의 차륜을 유지 보수하는데 비용절감 및 검수 효율성 향상을 도모하여 검수분야의 발전에 큰 기여를 할 것이라고 예상된다. 따라서 본 개발 기술은 기존의 접촉식 인식기능의 버튼 메모리 대신에 비접촉식으로 인식 가능한 UHF RFID 시스템을 휠 스캐너에 적용하여 철도 차륜 검수작업의 단순화를 통한 유지보수비용 절감, 검수차륜에 대한 이력 파악 및 차륜 관리 방법의 자동화 등을 통하여 궁극적으로 철도차량의 유지보수 업무의 효율성을 극대화할 수 있다.

참고문헌

1 EPCglobal, EPCTM Radio-Frequency Identity Protocols Class-1 Generation-2 UHF RFID Protocol for Communications at 860MHz~960MHz, Version 1.0.9., 2004.

2 U. Karthaus and M. Fischer, "Fully Integrated Passive UHF RFID Transponder IC with 16.7-uW Minimum RF Input Power," IEEE Journal of Solid-State Circuits, Vol.38, No.10, pp.1602-1608, Oct. 2003.

3 K. Finkenzeller, "RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Card Identification(2nd Ed.)," John Wiley & Sons, 2003.

4 G.Y. Choi and N.S. Seong " Trends in RFID Technology and Standardization," TTA Journal Vol.22, No.3, pp29 - 37 Jun. 2007