

무선 전송 장치를 이용한 열차정보 수집 장치 개선 방안에 관한 연구

A Study for Application of Train Information Collection Device using RTD System

신한철[†]

Hanchul Shin

Abstract Because contemporary rolling stock system is complex and highly advanced, and it builds mutual interface, it is necessary to manage maintenance of rolling stock systematically. This study present a case, which shows how to adopt and apply RTD(Remote Transmission Device) integrated to train information collection device. After the train service is complete and the train enters the main subway station, various kinds of information collected from TCMS(Train Control Monitoring System) is transmitted to train depot information collection device through RTD. This study suggests that RTD integrated to train information collection device helps build an effective rolling stock maintenance system by improving reliability of data transmission and cutting maintenance costs.

Keywords : Remote Transmission Device, Train Control Monitoring System

초 록 현대의 도시철도차량 시스템은 복잡하고 첨단화 되어 있으며, 상호 인터페이스 체계를 구축하고 있는 차량 유지보수시스템의 체계적인 종합관리가 필요하다. 본 연구는 무선 전송 장치를 이용하여 전동차 정보 자동 수집 장치를 도입 적용한 사례에 대한 분석 결과이다. 무선 전송 장치는 차량기지로 입고한 전동차 열차종합 제어장치에 수집된 각종 정보를 무선 통신으로 데이터를 전송함으로써 유지보수 비용절감과 데이터 전송의 신뢰성 향상 효과가 있으며 이러한 무선 전송 장치를 도입 적용하여 기존의 열차정보수집 방법을 개선한 운용 사례를 제시한다.

주요어 : 무선 전송 장치 통신, 열차종합제어장치, 열차정보 수집 장치, 지상 무선 정보 장치

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

철도는 선로, 차량, 기계, 전기, 신호, 토목 등의 많은 설비를 이용하여 승객, 화물 등을 안전하고 정확하게 수송하는 교통수단으로서 항상 정상적인 기능을 유지해야 안정된 수송을 할 수 있다. 특히 철도차량의 고장은 수송에 큰 영향을 미치므로 승객에 대한 서비스 저하 방지를 위해서는 차량의 높은 신뢰성이 요구된다.

기존의 전동차에서는 TCMS에 저장된 각종 정보가 플래시 메모리카드나 노트북 PC를 매개체로 하여 정보를 수집하고 있으며 이것은 많은 수작업을 필요로 하는 노동집약적 정비 구조를 지니고 있으므로 각종데이터 전송에 대한 신속정확성 향상과 이에 대한 유지보수 비용에 대한 절감이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 고성능 컴퓨터와 통신기술 발달로 실시간 관리를 할 수 있는 무선 전송 장치를 통하여 데이터를 전송하는 무선 전송 시스템을 도입함으로써 주요 고장뿐만 아니라 주행 중에 발생한 각종 이벤트 기록을 통계분석 피드백 과정을 거쳐 신속한 고장처치는 물론 예방기능까지 확대 적용한 열차정보 수집 장치의 개선 방안을 제시하였다.

2. 열차종합제어 관리 장치 구조

2.1 개요

TCMS는 소프트웨어 기술과 데이터 커뮤니케이션 기술을 이용한 중앙집중식 차내 정보제어(Centralized Control of On-Board Information)를 위한 마이크로 컴퓨터로 구성된 시스템이다. 또한 TCMS는 직렬전송선을 차량에 있는 터미널과 연결시켜 장치들을 집중적으로 제어하고 모니터링하는 열차종합정보관리 시스템으로써 TCMS에 기록된 고장기록과 운행기록 자료들은 차량의 유지보수 및 검수에 필요한 중요한 자료로 저장한다. 이렇게 저장된 자료는 무선 전송 장치를 이용한 무선 통신방식으로 차량에 기록된 데이터들을 지상 장치로 전송한다. TCMS 무선 지상 장치의 주요 구성은 무선 랜 안테나(Access Point)와 서버 컴퓨터이며 TCMS 무선 지상 장치 사용의 효율성과 데이터 수집을 위한 수집시간 단축과 데이터 송수신의 안전성 및 정확성 확보와 유지보수 요원들의 편의성 등으로 차량과의 데이터 송수신에 대한 신뢰성을 제공한다.

Fig. 1은 TCMS가 로컬 인터페이스 컴퓨터(Local Interface Computer), ATP/ATO SYSTEM, 제동제어장치(Brake Control Unit), 전기제어장치(Electronic Control Unit) 및 무선 전송 장치 등의 주요 장치와 인터페이스하고 있는 구성도이다.[1]

[†]교신저자 : 한양대학교대학원 기계공학과
E-mail : shc171717@hanmail.net

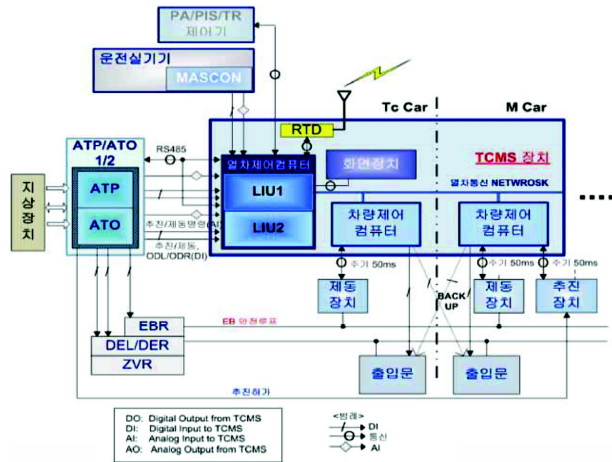


Fig. 1 TCMS와 주요장치와의 인터페이스

2.2 주요 기능

TCMS는 열차제어 및 운용기능, 차상신호장치, 고전압장치, 추진제어장치, 보조전원장치, 제동장치, 공기압축기, 차체전기장치 및 신호장치 등의 제어와 감시기능을 수행하며, 자동검사 기능으로 출고 전 검사, 일상검사, 월상검사를 수행한다.

지속적으로 열차 내 주요 장치의 상태를 감시하고 발생하는 모든 고장정보를 기록하며, 고장이 발생하기 전과 발생한 후 주요 장치의 상세한 동작 데이터 및 열차운행 정보를 기록한다. 주요 장치들의 고장 내용은 TC(Train Computer), 혹은 CC(Car Computer)의 비휘발성 메모리에 저장되고, 저장된 고장은 TCMS 화면장치에서 볼 수 있으며, 무선 송수신 장치로 전송되어 직렬 통신을 통해 노트북 컴퓨터로 옮겨 저장할 수 있다.

또한 고장표시 기록은 각 TC에 500개를 표시할 수 있고 표시된 고장은 발생한 순서, 즉 FIFO (First In First Out) 구조로 저장되고 리셋이 없는 경우 가장 최근에 발생한 500개의 데이터를 저장한다.

3. 열차정보 수집 장치의 주요 역할

3.1 무선 전송 장치

차량의 무선 전송 장치는 TC로 부터 운행 정보, 고장 정보 등을 주기적으로 수신하여 차량기지 내 무선안테나 검지시 기록된 데이터를 송신한다. TCMS와 무선 전송 장치의 인터페이스는 RS-485 직렬전송, 전송속도 38.4 kbps이며, TCMS는 매 1초 마다 현재의 무선 전송 장치 상태 감시, 열차운행기록 및 고장정보 송신, 고장정보 데이터를 수집한다.

TCMS와 무선 전송 장치와의 데이터 송수신을 수행하는 인터페이스 개요는 Fig. 2와 같다. 최근 전자기술의 발전은 차량의 유지보수 체제에 변화를 가져와 유지보수의 신뢰성 향상을 목적으로 차량 시스템의 많은 부분에 새로운 전자 기술이 도입되었다.

그러나 시스템의 Block Box화가 진행되고 노후의 진행 정

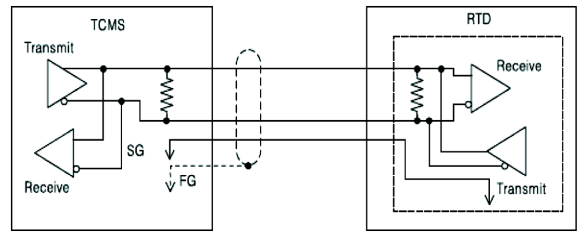


Fig. 2 TCMS와 무선 전송 장치와의 인터페이스 회로도

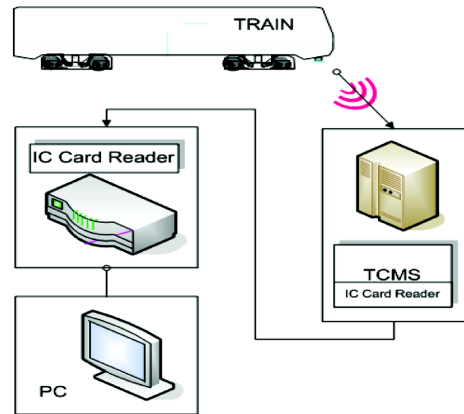


Fig. 3 TCMS와 IC카드와의 인터페이스 개략도

도의 판단도 곤란한 상황으로 종래의 해체수리, 소모 부품 교환 이라는 검사 수리방법으로는 효율적인 유지보수를 할 수가 없다. 이와 같은 배경에서 신조 차량에서는 TCMS장치가 탑재되고, 고장상태의 기록, 기기상태의 기록 등 상태감시 기록을 부가하고, 만일 전자기기에 고장이 발생한 경우에는 신속 정확한 처리와 함께 설계에 피드백을 하는 상태 보전의 체계가 불가결하게 되었다. 기존의 시스템은 TCMS 장치의 기록 내용을 IC CARD에 입력하기 위해 각 차량을 순회해야 하며 주요 고장만을 입력 수집하는 체계인 GDMS(Ground Data Maintenance System)이므로 효율적인 유지보수를 수행할 수 없었다. 이에 반해 서울지하철 9호선에는 Fig. 3과 같이 무선 전송 장치 시스템을 구축하여 열차정보 수집 장치를 개선하여 적용하였다.

3.2 지상 설비 기기

지상기기는 서버, AP제어기, 광통신장치, 허브 등으로 구성되어 있다. 열차운행정보 전송 장치 시스템은 1개 편성 당 2대의 차상 무선 장치가 장착된 TCMS의 차상신호를 무선 정보 수신을 하는 AP제어기와 기록정보 조회 역할을 수행하는 고정형 단말기가 탑재된 지상 무선 전송 장치 시스템으로 구성되었다. 열차운행정보 지상모니터 시스템은 TCMS에 수집된 열차운행과 관련된 자료를 지상 장치의 서버에 수신하여 저장한 후 수시로 열차운행정보를 지상의 사용자가 검색 및 출력을 할 수 있도록 하였다.

열차운행정보 전송 장치에 대한 지상설비는 차상 무선 전송 장치와 차상안테나를 통한 자료를 지상무선 전송장치, 광통신장치, 전원공급기, 상태표시판 및 회로보호용 차단기 등

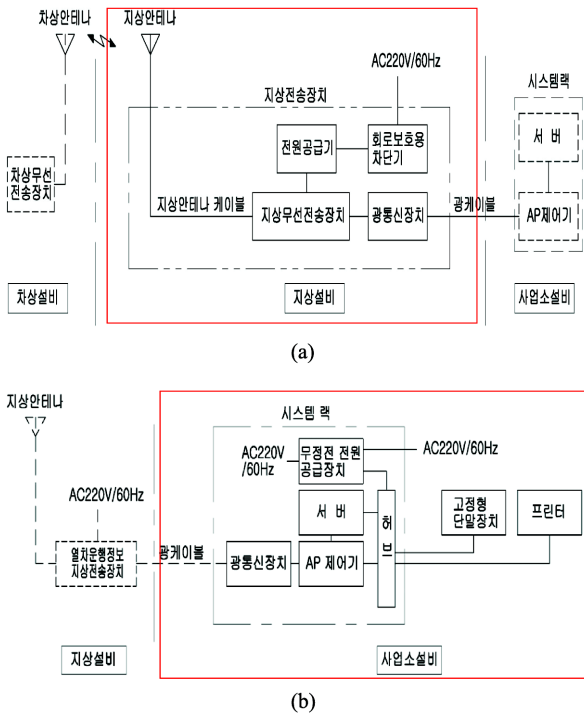


Fig. 4 (a) TCMS의 지상설비, (b) TCMS의 기지설비

으로 구성된 지상설비를 거쳐 광케이블로 서버까지 전송한다. 지상안테나는 안테나와 취부금구로 구성되었으며 지상설비의 설치용 자재는 전원케이블, 광케이블 및 관로설비 등이며, 지상 전송 장치와 지상안테나는 현장 여건에 적합하도록 설치용 자재로 구성하였다.

Fig. 4는 TCMS와 지상 전송 장치가 탑재된 설비기기와의 인터페이스 개요도이다.[1]

지상전송 장치와 네트워크로 구성된 AP전송기는 열차운행정보 전송 장치를 관리하고 무정전 전원공급 장치는 UPS와 배터리 랙으로 분리하며 UPS는 자립형 랙으로 입력변압기, 순변환부, 역변환부, 출력변압기, 제어회로부, 동기절체부, 수동 바이패스 스위치, 운영판넬 등으로 구성하고 배터리 랙은 배터리를 수납한다. 시스템 랙은 서버, AP제어기, 광통신장치, 허브, 상태표시판, 전원배전반을 설치하는 랙으로 사용한다. 사업소설비의 설치용 자재는 RJ-45 콘넥터, STP 케이블, 전원케이블과 각 컴퓨터 부속기기로 구성하였다.

열차운행정보 전송 장치의 사업소 설비는 열차운행정보 지상 전송 장치가 장착된 지상설비와 광통신장치, AP제어기, UPS와 허브로 시스템 랙과 고정형단말기 등이 장착된 사업소 설비와의 데이터 전송을 광케이블을 이용 서버로 전송된다.

본선을 운행 중인 열차의 각종 데이터를 9개의 항목으로 분류하여 매 1초마다 차량 운행에 대한 데이터 전송과 운행거리에 따라 작동된 역행/제동 작용값과 인버터 제어값, ATC Real Mode 및 Operation Mode 등이 포함된 운행기록 정보와 전동차 내에서 상호 인터페이스를 하고 있는 장비의

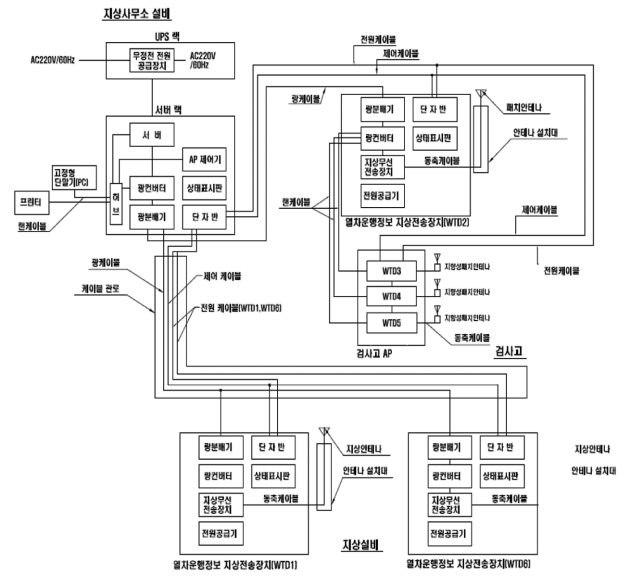


Fig. 5 블록시스템

고장발생시 고장발생 시점과 고장내역 및 열차의 궤적에 따른 속도 등을 기록한다. 또한 출발 전 시험, 일상, 월상 시험 결과치 정보, ATC, TCMS와 장치간 통신, 제동장치, 램프, 공기조화시스템, 보조전원장치 테스트 결과를 기록한 차상시험기록 장치 외에 승객하중을 응하중으로 표시한 승객하중기록, 출입문 취급 등에 대한 정보를 기록한다.

Fig. 5는 열차운행정보 지상 전송 장치에서 전송된 각종 열차운행 자료가 지상사무소에 구축된 서버까지 광케이블로 전송되는 시스템을 블록다이어그램으로 나타낸 것이다.

차상 정보 수신 장치인 TCMS, 차상 무선 전송 장치와 지상 정보 수신 장치인 AP제어기 송수신부와 서버에 걸쳐 정보 수집을 기록한다.

즉 TCMS에서는 전동차량의 고장 및 운행기록 등 운행 중 발생된 이벤트를 차상 무선 전송 장치로 보내어 수신된 정보를 저장하고 지상 장치인 AP제어기 수신부와 AP제어기 송수신부 및 서버를 검수정보 시스템과 연계처리 한다. 차량 기지내 유치선로를 4개의 영역으로 구분 설치하여 TCMS 네트워크를 구성하여 검사고내에 AP제어기 설치하였다. 차상 무선 전송 장치와 무선통신을 통하여 열차운행정보를 수신하는 지상 무선 장치는 수신된 열차운행정보를 광통신 장치를 거쳐 사업소설비의 서버로 보내진다.

3.3 지상 무선 장치

지상 무선 전송 장치 유치선은 자립형이고, 검수고는 벽 취부형으로 설치하였으며, 유치선의 지상무선 전송 장치는 콘크리트기초 위에 기초볼트로 하였다.

Fig. 6은 지상서버와 무선 전송 장치간의 열차운행정보 및 고정정보를 전송하는 방식을 보여 주는 개념도이다.[3] 서버의 기능은 차상의 무선 전송장치에서 전송하는 열차운행정보를 수집 및 데이터베이스에 저장 후 관리를 한다. 차량기

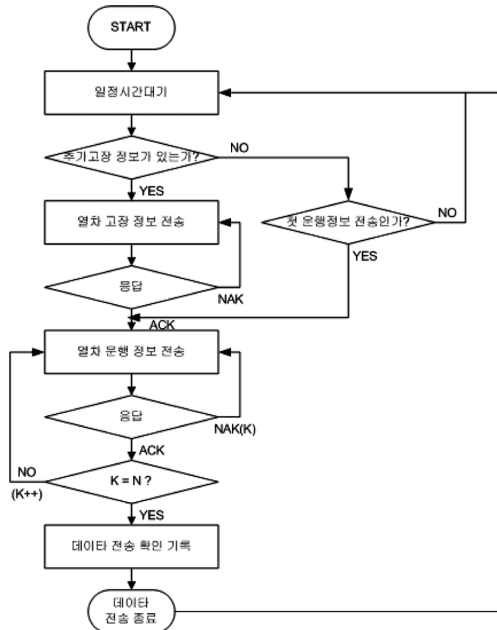


Fig. 6 지상서버와 무선 전송 장치의 전송시스템

지 내 지상안테나 설치위치는 총 6개의 AP중 유치선군에 AP1, 검수고에 AP2~AP5, 시운전선에 AP6로 배치하였다. 열차운행 정보는 패킷의 크기가 100Kbyte로 제한되므로 n개로 분할하여 지상서버로 전송한다. 만약 k번째 전송에서 지상서버로 부터의 응답이 부정 응답이었을 경우 k번째에 해당하는 데이터만을 재전송한다. 이는 약 2Mbyte의 데이터를 재전송하는데 소요되는 시간을 단축하기 위함이다.

지상용 컴퓨터의 응용프로그램에서 차상 무선장치와 지상용 컴퓨터간의 통신패킷의 송수신을 통해 수행된다. 이 패킷은 TCP/IP통신패킷에 실려 차상 무선장치와 지상용 컴퓨터 간 데이터 통신에 사용된다.

차상 무선 장치와 지상용 컴퓨터 간 데이터 송수신이 지상과 차상간의 통신 단절로 실패할 경우 재 연결이 가능하며 이 때 수신된 데이터는 통신 단절 이후 차상기록을 연결하여 수신을 받으며, 지상의 일부 AP의 문제로 통신이 단절된 경우에는 AP 1~6 중 연결이 가능한 AP와 차상 무선 전송 장치가 자동으로 연결되어 기록을 수신 받도록 하였다. 지상의 전체 AP의 문제로 통신 송수신이 안 될 경우 노트북으로 직접 차상의 무선 전송 장치의 TCP/IP Port로 LAN Cable을 연결하여 수신 받아 서버로 업로드 하도록 하며 차상의 무선 전송 장치 또는 차상 안테나 문제로 통신 에러 발생시 Backup용의 무선 전송 장치와 자동 연결되어 데이터 수신 받도록 하였다.

TCMS정보 무선 수신 사항은 전동차 운행기록, 고장기록, 주행기록, 사용전력량기록, 승객하중기록, 차상시험기록, 출입문기록, 입력기록 정보 조회 및 출력이다. 열차운행시스템의 화면구성은 Fig. 7과 같으며 매초 마다 차량운행 결과값 정보, 속도, 거리, 역행/제동, ATC 정보를 보여 주는 운행기록과 출발 전 시험, 일상, 월상, 시험결과치 정보를 구분하며

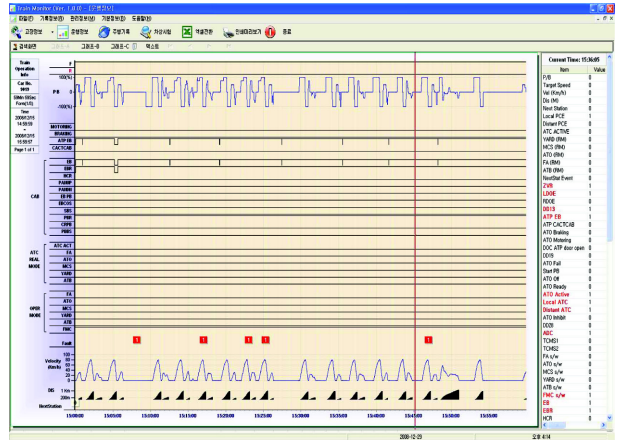


Fig. 7 열차운행시스템

ATC, TCMS 장치 간의 통신, 각종 하부장치의 테스트 결과를 나타낸 차상시험기록이다.

4. 결론 및 향후 연구과제

무선 전송 장치 시스템이 구축되지 않은 기존 운영기관에서는 기지로 입고한 차량의 TCMS 장치기록 내용을 서버로 전송할 때 유지보수인력이 수작업으로 시행하고 있다. 그에 따른 비용과 데이터 전송시 사용하는 PCMCIA 카드 용량 한계(4Mbyte)와 물리적인 에러로 인한 데이터 전송의 정확성 저하되며 이벤트가 없을 경우 데이터를 단순 다운로드 하였다.

따라서 본 연구에서는 무선 전송 장치를 이용하여 데이터 통신을 하는 열차정보 수집 장치를 개선하여 적용함으로써 차량의 각종 정보를 정확하게 수집하여 관리하고 전동차 검수업무를 효율적으로 수행가능하게 되었다. 즉 절감된 인력, 시간 및 비용으로 보다 양질의 검수업무와 차량 이력 데이터를 Database화하여 보다 체계적인 검수서비스가 가능하게 되었으며, 또한 운행 후 점검, 5일 점검 및 경정비 유지보수비용이 시스템 구축 전후 대비 약 6.3%의 절감효과를 가져 왔고, 주요 장애 발생시기 및 주변기기에 대한 전 편성의 일체점검사의 집중 관리 효과가 향상되어 데이터 전송의 정확성은 PCMCIA카드로 전송 대비 시스템 구축 이후의 무선 전송 데이터에 대한 오류는 발생하지 않았다.

현재 서울지하철 9호선에서는 각종 운행 자료를 영업종료 후 차량기지 검수고로 입고한 후에 무선으로 데이터 전송이 가능한 시스템으로 구축하였으며, 향후 무선통신을 이용한 열차정보 수집 장치를 개선 보완하여 열차가 운행 중인 본선의 전 구간에서 실시간으로 열차의 모든 데이터를 송수신할 수 있는 시스템으로 구축하여 정보전송의 정확성 및 차량고장 등 이례상황 발생 시 즉시 현장 조치함과 동시에 수집된 자료를 통계 분석하는 피드백 시스템을 적용함으로써 동종 장애 발생에 대한 예방점검까지 수행할 수 있는 종합적인 열차정보 수집 장치를 구축하는 연구개발이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] Seoul Metropolitan Infrastructure Headquarters (2009) *Seoul Metropolitan Subway Line NO. 9 Operation & Maintenance Guide*.
 - [2] Hyundai ROTEM (2009) *TCMS Wireless Transmission Device Standard Guide*, pp. 106-171.
 - [3] S.H. Han, T.K. Ahn, S.G. Lee, K.S. Lee, K.H. Choi (2000) Reliability Software are Design Techniques of the Train Control and Monitoring System(TCMS) for the Standard type K-EMU. *Journal of the Korean Society for Railway*. 3(3) pp. 147-153.
 - [4] K.W. Seo, W.K. Jang, K.H. Woo (2006) *Wireless Transmission System Exercise & Engineering*, Hongreung Science Inc.
 - [5] Dynamics Mechatronics Research (1994) *Wireless Transmission Control System*, International Techno Information Research.
 - [6] H.J. Lee(1988) *Wireless Transmission Data Communication*. Kidari.
- 접수일(2010년 5월 7일), 수정일(2010년 6월 16일),
게재확정일(2010년 10월 27일)