

무선랜을 이용한 전동차 유지보수 정보화시스템 구현에 대한 연구

Development of Information System for Maintenance of Urban Transit using Wireless LAN

안태기* , 박기준** , 이호용*** , 김길동**** , 한석윤*****
Ahn, Tae-Ki Park, Ki-Jun Lee, Ho-Yong Han, Seok-Yun

Abstract

This paper proposes the method to develop information system for maintenance of urban transit using wireless LAN. Wireless LAN communication provides very useful method to maintain urban transit vehicle.

We will use wireless LAN to transmit driving data, operational data and trace data from vehicle to wayside. And also we will use wireless LAN to refer various information concerning to work in real time. Proposed method may prevent loss of maintenance manpower and provide effective maintenance process.

1. 서론

도시철도 분야의 정보화는 초고속 정보통신망의 기술발전과 대용량 정보처리장치의 개발과 더불어 급속하게 진전되고 있다. 최근 도시철도 분야는 통합경영정보시스템을 기반으로 다른 부분으로 정보화를 확대하기 위하여 노력하고 있다. 특히 유지보수 부분에 있어서는 유지보수기록 자료가 일정주기로 폐기됨으로써 차량 및 인프라와 관련된 중요한 자료들의 손실을 초래하고 있어 도시철도의 안정성 향상 및 수명주기비용의 최소화를 통한 경제성 확보를 위한 정보화시스템의 도입이 시급하다. 전동차 유지보수에 필요한 시간 및 인력 등의 낭비요소를 제거하고, 잘못된 정보에 의해서 발생할 수 있는 잘못된 고장진단의 가능성을 최소화하기 위해 효율적인 유지보수 업무를 수행할 수 있는 정보화시스템의 도입이 요구되고 있는 것이다. 이러한 시스템을 구축하기 위해서는 작업절차에 있어서 검수/정비인력의 손실이 발생하는 부분에 대해서 전산화 작업을 통하여 손실을 최소화하고, 최신의 기술을 도입하여 실시간으로 필요한 데이터를 확보하고, 발생하는 데이터를 효과적으로 관리할 수 있는 정보화시스템이 필요하다. 현재 오프라인에서 발생하고 있는 전동차의 유지보수관련 작업들은 많은 부분이 전산화되어 가고 있지만, 실제로 전산화되어진 정보를 이용하기 위해서는 정보의 취득장소가 사무실 등으로 한정될 수 밖에 없고, 실시간 정보 조회

* 한국철도기술연구원, 표준화연구팀, 선임연구원, 031-460-5714, tkahn@krri.re.kr

** 한국철도기술연구원, 표준화연구팀, 선임연구원, 031-460-5712, kjpark@krri.re.kr

*** 한국철도기술연구원, 표준화연구팀, 주임연구원, 031-460-5715, hylee@krri.re.kr

**** 한국철도기술연구원, 표준화연구팀장, 선임연구원, 031-460-5711, gdkim@krri.re.kr

***** 한국철도기술연구원, 도시철도기술개발사업단장, 책임연구원, 031-460-5700, syhan@krri.re.kr

도 어려운 실정이다. 또한 잘못된 정보화시스템의 구축은 시스템을 구축한 후 잘못된 정보의 입력, 이중 작업 등이 발생하여 또 다른 시간적, 인적손실을 발생시킬 수 있다.

그리고, 정보화시스템을 구축하기 위해서는 기반 데이터베이스의 수집 및 관리가 중요하다. 특히 차상에서 보유하고 있는 운행정보 및 고장정보 등과 같은 데이터를 수집하고 관리하는 것이 큰 문제가 아닐 수 없다. 현재 이러한 차상 정보는 차량 이력관리, 차량 유지보수, 고장원인분석 뿐만 아니라 승차율, 에너지소모량 등에 관한 정보를 제공하여 운영처의 운영에 관한 참고자료를 제공하고 있다. 과거에도 이러한 정보를 수집/분석하고자 노력했지만 하드웨어기술이 뒷받침되지 않았기 때문에 사실상 불가능하였다. 그러나, 현재는 컴퓨터기술의 발전, 특히 메모리기술 및 통신기술의 급격한 발전에 힘입어 이러한 차상정보의 수집 및 분석이 가능해졌다. 서울시 2기 지하철을 기준으로 볼 때 운행 및 고장 데이터를 기록하는 양이 현저하게 증가하였으며, 최근에 적용된 서울시 7, 8호선 시스템에 도입된 메모리카드의 크기는 8 MByte에 이른다. 그러나, 이러한 대량의 데이터를 수집하고 가공하여 실제적인 정보로서의 형태를 갖추기 위해서는 상당한 시간적, 인적노력이 필요하다.

이러한 문제를 해결하기 위해서 본 논문에서는 전동차 유지보수에 필요한 차상데이터를 무선랜을 통하여 자동으로 수집하는 시스템을 제안하고, 또한 전동차를 검수/정비하는데 필요한 기술자료 조회, 작업서 조회/등록, 각종 이력정보, 부품조회/신청 등을 작업 중에 실시간으로 할 수 있도록 무선랜 시스템을 검수고에 설치하는 것을 제안한다.

2. 무선랜을 이용한 차상정보수집시스템

2.1 메모리카드를 이용한 차상정보수집시스템

차상에 설치된 차상정보수집시스템은 차상정보의 저장장소에 따라 크게 두 가지로 분류할 수 있다. 첫 번째는 차량의 운행 및 주요 고장에 관한 기록을 담당하고 있는 시스템으로서 이러한 시스템은 주로 종합제어장치(TCMS; Train Control and Monitoring System)에 포함되어 있다. 두 번째는 개별 장치의 동작 상태 및 주요 부품 상태 및 고장상태를 기록하는 시스템으로서 이러한 시스템은 주로 각 개별 장치에 독립적으로 포함되어 있다. 서울시 7, 8호선에 도입된 차상정보시스템의 데이터 수집방법은 IC(Integrated Circuit) 카드를 통한 방법을 도입하였다. IC 카드는 기능에 따라 두 가지 종류가 있으며, 하나는 차량이 운행 중에 발생하는 운행데이터, 운영데이터, 차상시험결과를 포함하고 있는 카드이며, 메모리 크기는 8 MByte이며 이 메모리카드는 항상 종합제어장치에 장착되어 있어 운행중 발생하는 차상정보를 기록한다. 다른 하나는 주요장치의 고장추적데이터를 기록하기 위한 메모리카드로서 메모리 크기는 512 KByte이며 이 메모리카드는 필요할 경우 투입하여 사용한다. 서울시 7, 8호선의 IC 카드의 저장내용은 표 1과 같다. 표 1에서 나타낸 바와 같이 현재 기록되는 내용은 차량의 이력관리에 필요한 차량의 운행에 관련된 정보, 차량의 유지보수에 필요한 고장 및 시험에 관련된 정보를 포함하고 있으며, 승차율을 포함하고 있어 운영처의 운영에 대한 참고자료로 사용할 수 있다. 또한 고장이 발생한 경우 추진제어장치(VVVF; Variable Voltage Variable Frequency), 제동제어장치(ECU; Electronic Control Unit), 보조전원장치(SIV; Static Inverter) 등과 같은 주요장치에 대한 trace 데이터를 추출할 수 있다. 이러한 고장추적데이터는 고장 발생시점 전후 일정한 시간동안 주요상태를 보관하고 있으므로 고장원인추적 등에 사용될 수 있다. 고장추적데이터는 일반적으로 각 개별장치의 메모리에 보관되어 있다가 데이터를 요구하는 경우 통신을 통하여 메모리카드로 전달된다. 그림 1은 현재 서울시 7, 8호선에서 사용되고 있는 차상정보수집방법을 나타낸 것이다.

표 1. 서울시 7, 8호선 IC카드 기록내용

| 기록종별 | | 비 고 |
|--------|-----------------------------|----------------------------------------------|
| 운행데이터 | 열변화기록 | 최신100건 (열차번호 변화시) |
| | 고장검지기록 | 최신1500건 (고장검지전후 10초간 500ms마다) |
| 운영데이터 | 운행기록(통상정보) | 최신72시간 +1시간40분 (반대TC고장시의 BACKUP) 매1초마다 |
| | 운행기록(보안정보) | 최신1000건 (보안정보의 상태 변화 시) |
| | 승객하중 | *최신5000건 (출입문 닫힘시) |
| | 출입문고장기록(TC) | 최신200건 (상태변화전후 10초간 200ms마다) |
| | 출입문고장기록(CC) | 각차최신200건 (상태변화전후 10초간 200ms마다) |
| 차상시험결과 | PDT (Pre-Departure Test) | 최신10건 (결과확정시) |
| | Daily Inspection | 최신10건 (결과확정시) |
| | Monthly Inspection | 최신10건 (결과확정시) |
| 추적데이터 | VVVF | 최신10건 |
| | SIV | 최신10건 |
| | ECU | 최신5건 |

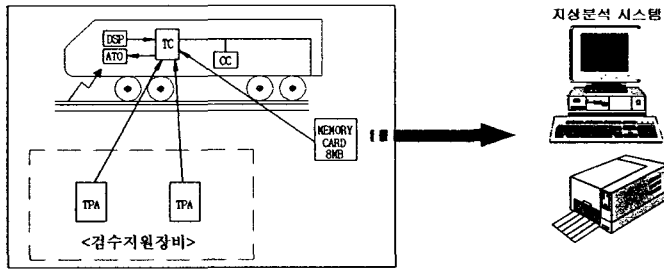


그림 1. 서울시 7, 8호선 차상정보수집방법

2.2 무선랜을 이용한 차상정보수집시스템

기존의 메모리카드 방식은 메모리카드의 손상에 의하여 데이터의 손실을 가져올 수 있으며, 장시간의 데이터 다운로드 시간에 의하여 정비인력의 낭비를 가져오고 있다. 또한, 수집된 데이터는 검수/정비에 실시간으로 사용되기가 어려우므로 효율적인 검수/정비업무를 지원하지 못하고 있다. 이를 해결하기 위해서는 검수정비시스템을 위한 각종 고장이력, 주행이력 등을 자동으로 수집하기 위한 데이터 분류체계를 확립하고, 차종별, 호선별 상이한 차량정보 데이터를 표준화하여, 주행 중 발생한 차량정보의 공유 및 활용의 극대화를 이루어야 한다. 또한 메모리카드 방식을 이용한 정보 수집방법의 인적, 시간적 손실을 방지하고, 차량운행시 발생한 고장이력, 주행이력 등을 기지입고 시 자동으로 수집하여 실시간 정보제공이 이루어질 수 있도록 구성하기 위해서 무선랜을 이용한 차량정보자동수집시스템을 구축하여야 한다. 그림 2는 이러한 시스템의 구성에 대한 예를 나타낸 것이다.

차상 시스템

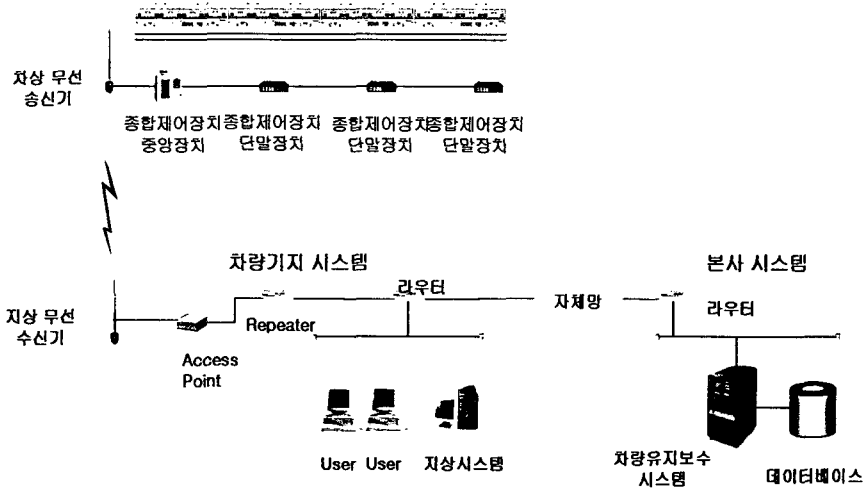


그림 2. 무선랜을 이용한 차상정보자동수집시스템 구성도

무선랜을 통신방식에 의해 차상에서 지상으로의 정보전송 및 지상에서 차상으로의 통신 또한 용이하게 이루어지므로 정보의 수집 및 관리가 더욱 용이해진다. 이러한 시스템은 열차에 차상 무선장치를 설치하고, 지상측에 지상 무선장치를 설치해 두 장치 사이의 고속 데이터 통신이 가능하게 할 수 있다.

주행중 발생한 데이터는 종합제어장치 또는 개별 주요장치에 저장되며, 저장된 데이터는 검수 및 정비를 위해 전동차가 입고될 때 기지시스템과 통신을 수행한다. 차상시스템은 무선랜을 이용하여 자동으로 차량내 모든 데이터를 기지시스템으로 전송한다. 전송된 데이터는 거리에 따라 리피터 등의 중계기를 통하여 기지시스템으로 전송되고, 운영처에서 관리하고 있는 자체망을 통하여 본사에 설치된 데이터베이스 서버로 저장된다. 저장된 데이터는 표준화된 분류체계에 의하여 유지보수 정보화시스템에 필요한 계획분야, 작업분야, 실적분야 등 각 분야별로 전송되며, 전송된 데이터는 실시간으로 참조가 가능하도록 각 작업자들에게 제공되어진다. 표 2는 차상정보수집을 위해 기존메모리카드방식을 사용하는 경우와 무선랜방식을 사용하는 경우를 비교분석한 결과이다.

표 2. 차상정보수집시스템 방식 비교

| 항목 | 기존메모리카드 방식 | 무선랜방식 |
|------------|-----------------------------|------------------------------|
| 하드웨어손상 | 메모리카드의 손상 | 하드웨어의 손상이 없음 |
| 다운로드 시간 | 장시간 다운로드 (15~60분/8MByte) | 짧은 시간 다운로드 (1분 미만/8MByte) |
| 인력손실 | 다운로드를 위한 인력 필요 | 다운로드를 위한 인력 불필요 |
| 데이터 실시간 반영 | 차상정보를 검수업무에 실시간 반영 불가능 | 차상정보를 검수업무에 실시간 반영 가능 |
| 데이터량 | 대용량 데이터 전송이 어려움 | 대용량 데이터 전송 가능 |
| 데이터손실 | 데이터손실 가능성 | 데이터손실 가능성 없음 |

3. 무선랜을 이용한 유지보수작업시스템

3.1 유지보수 작업시스템

전동차의 검수 및 정비는 수립된 계획에 의하여 이루어지며, 기지로 입고된 차량은 정해진 작업 지시에 따라 작업을 실행하고 작업결과보고서를 작성하여 결재를 통하여 작업마무리를 하고 실적 관리를 한다. 작업은 검사의 종류 및 정비의 종류에 따라 투입되는 시간 및 인력이 결정된다. 그림 3은 현재 운영처에서 이루어지고 있는 검수작업에 대한 흐름도이다.

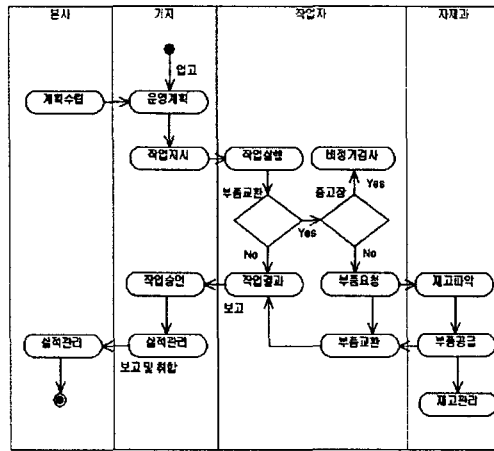


그림 3. 전동차 검수작업 흐름도

현재 국내에서 이루어지고 있는 전동차 검수 및 정비에 대한 현황은 대부분의 유지보수 관련 작업들이 오프라인에서 종이문서를 통하여 이루어지고 있으며, 일부 전자결재시스템을 통한 전산 화부분이 포함되어있는 부분도 있다. 그러나, 종이문서와 전자문서의 이중작업으로 인한 인적, 시간적 손실이 발생할 수 있으며, 이러한 문제에 대한 대책이 필요하다. 전동차 유지보수 작업은 계획에서부터 실적관리까지 일련의 과정을 거쳐 이루어지며, 이러한 과정들에 있어서 정보화시스템의 적용은 통합적으로 이루어져야 한다.

3.2 무선랜을 이용한 검수작업시스템

정보화시스템은 종이문서의 개념을 최대한 탈피하고, 정보화시스템 내에서의 전자문서로 모든 작업이 이루어질 수 있도록 구축되어야 한다. 또한 장소 및 시간에 구애됨이 없이 유지보수 작업 관련사항에 대해 조회 및 등록이 가능하여야 하며, 이중 작업이 되지 않도록 최적화된 시스템으로 구축하여야 한다. 이를 위해서는 서버 및 통신인프라 구축이 이루어져야 하며, 특히 통신시스템은 시간 및 장소의 제약이 없도록 무선으로 구성되어야 한다. 지정된 장소에서만 정보를 조회하고, 정보를 등록해야 하는 경우 종이문서와 전자문서의 이중작업이 이루어질 수 밖에 없으므로 무선단말기 등을 통하여 작업의 지시상황 및 각종 이력, 고장정보 등을 조회할 수 있고, 현재 작업상황을 실시간으로 등록하여 결재시스템을 통하여 다음 단계로 이동할 수 있도록 구축되어야 한다. 등록된 작업상황은 자동으로 데이터분류에 의하여 필요한 분야에 정보로서 사용될 수 있도록 관리된다. 또한 작업 중 필요한 부품조회 및 신청은 무선단말기에 의하여 실시간으로 이루어지며, 이러한 정보는 자재관련 부서로 실시간으로 전송되어 필요한 부품을 공급받게 된다. 무선랜을 이용한 전동차 검수시스템은 작업 중 발생할 수 있는 인적, 시간적 손실을 최소화 할 수 있어 효율적인 검수작업이 이루어질 수 있도록 한다. 그림 4는 무선랜을 이용한 전동차 검수작업 구성도를 나타낸 것이고, 표 3은 기존방식과 무선랜 적용시 검수/정비작업에 관한 비교 결과이다.

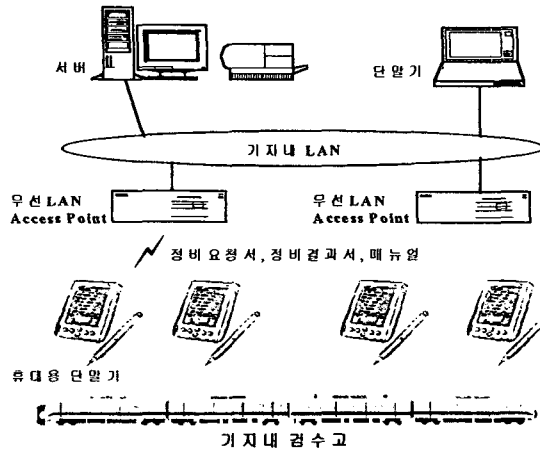


그림 4. 무선랜을 이용한 전동차 검수작업 구성도

표 3. 기존방식 및 무선랜 방식적용 시 검수/정비작업 비교표

| 항목 | 기존방식 | 무선랜 적용 |
|---------|------------------|--------------------------------|
| 실시간성 | 정보의 실시간성 결여 | 정보의 실시간성 확보 |
| 부품신청 | 작업 중 부품 수급 애로 | 작업 중 무선단말기를 통한 부품 조회 및 자동신청 가능 |
| 작업결과 등록 | 전산화작업을 위한 이중등록작업 | 무선단말기를 통한 현장등록 |
| 결재시스템 | 작업에 대한 결재 애로 | 작업에 대한 자동 결재 가능 |
| 정보조회 | 작업중 정보조회 불가능 | 작업 중 다양한 정보조회 가능 |

4. 결론

본 논문에서는 도시철도 유지보수 정보화시스템을 개발하는데 있어 정보의 실시간성을 확보하고, 인적, 시간적 손실을 최소화하기 위하여 무선 랜 적용방안에 대하여 제안하였다. 전동차의 고장 및 운영데이터를 수집하기 위하여 무선 랜을 도입함으로써 대량의 정보를 빠른 시간 내에 자동으로 지상시스템으로 전송하여 차상정보의 정확한 관리가 가능하도록 하며, 실시간으로 검수에 필요한 정보를 제공함으로써 효율적인 검수작업이 이루어질 수 있다. 또한 전동차 유지보수작업 중 무선 랜을 이용한 무선단말기를 이용함으로써 실시간 작업조회/등록이 가능하며, 작업 중 필요한 부품을 실시간으로 조회/신청 할 수 있으며, 고장이력 및 조치이력 등의 다양한 정보를 실시간으로 조회할 수 있다.

참고문헌

1. 안태기 외3명(2002), "전동차 유지보수를 위한 정보화시스템 개발에 관한 연구", 대한전기학회 하계학술대회논문집
2. 안태기 외2명(2001), "철도차량 유지보수체계의 정보화에 대한 연구", 대한전기학회 하계학술대회