

열차운행시 무선LAN을 적용한 데이터 분석시스템의 설계

Design of a Data Analysis System with Wireless LAN for a Train Operating

이우철* 서상준** 박계서***
Lee, Woo-Chul Seo, Sang-Jun Park, Gye-Seo

ABSTRACT

This paper presents the system of analyzing data in memory of TCMS. This system can show physical data in memory to text and graphic format. To transfer data from TCMS to this system, a large number of system have used to memory IC card. the method of using memory IC card as a intermediation has many points at issue, that is a speed of transmitting data, life time of IC card and identity of train system each other. So this paper proposes that the method of wireless LAN be adopted by this system to improve the week point of previous method and other method to better the method of wireless LAN.

1. 서론

기관차, 전동차, 경전철, 자기부상열차 및 고속전철 등 정해진 경로를 따라 이동하는 시스템은 공학분야의 추세적 흐름을 반영하듯이 탑재되는 전자장비의 비중이 상당히 증가되고 있다. 차량에 탑재되는 전자장비에는 자동운전과 관련된 신호장비, 차량제어 및 감시를 담당하는 종합제어장비, 차량의 추진을 담당하는 추진계통, 전력을 공급하는 전력계통의 전자 및 전기 장비 등이 있다. 이러한 장비들 중에 차량제어 및 감시를 담당하는 종합제어장비는 차량에 장착되어 있는 각종 신호장비, 추진계통 그리고 전력계통의 전자장비와의 통신을 통해서 현재 차량의 상태를 일목요연하게 나타내어 주고, 각 차량에 설치되는 종합제어 장비의 각종 단말장치와의 통신을 통해서 차량의 입출력 신호선의 상태를 표시하며, 차량의 성능에 따라서는 각종 장치들을 제어하는 역할을 담당한다. 종합제어 장비의 하드웨어적인 메모리에는 이러한 일련의 과정을 통해서 생성되는 모든 데이터를 저장하는 데이터 영역이 할당되어 있으며, 종합제어 장비는 저장된 데이터를 유지, 관리하는 기능을 부가적으로 갖는다. 종합제어장치의 내부에 저장된 데이터는 전송방식에 따라 직렬통신, 버스 access, 유선LAN 그리고 무선 LAN을 통하여 일반적인 퍼스널 컴퓨터(PC)에서 사용자의 편의에 따라 다양한 형태의 문자나 그래프 형태로 나타난다. 이렇게 데이터를 분석하는 소프트웨어를 갖는 PC를 일반적으로 Depot시스템으로 통칭하고 있으며, 주요사용자는 차량기지에 근무하는 검수요원이다. 이러한 데이터 분석시스템은 차량의 운행에 관련된 데이터, 고장에 관련된 데이터 및 시험에 관한 데이터를 처리하는 기능을 갖는다. 현재 데이터 분석시스템은 데이터를 전송하는 수단으로 IC card방식을 주로 사용하고 있지만 이것은 검수요원에게 많은 작업량을 부여하는 방

* 한국철도차량(주) 연구원, 비회원
** 한국철도차량(주) 주임연구원, 비회원
*** 한국철도차량(주) 수석연구원, 비회원

식으로, 인터넷 시대에 맞는 시스템의 개발 및 검수시간 단축을 위해 LAN을 이용한 새로운 방식의 시스템에 대한 요구가 강해졌다. 본 논문은 새로운 요구를 위해 LAN을 통한 데이터 분석시스템을 구성하고, LAN방식을 채용하기 위해 부수적으로 따르는 문제점을 해결하기 위한 실험을 통해서 타당한 LAN방식의 데이터 분석시스템을 구성하였다.

2. 데이터 분석시스템의 기능 및 구성

2.1 데이터 분석시스템의 기능

종합제어장치는 각종 하부 기기와의 통신데이터 및 단말장치와의 물리적인 디지털, 아날로그 데이터를 보관하고 있다. 여러가지 방법을 사용하여 데이터를 기지에 설치된 데이터 분석시스템으로 전송하고 이렇게 전달된 데이터가 보관, 검색, 현시 등이 가능하도록 데이터 분석시스템이 구성되어 있다. 데이터 분석시스템의 기능요약은 아래[표 1]와 같다.

[표 1] 데이터 분석시스템의 기능 및 성능 요약

구 분	기 능	성 능
열차 감시 S/W	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 운행관련 기록관리 ▶ 고장관련 기록관리 ▶ 시험기록 관리 ▶ 다양한 검수지원기능 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Windows 95/98기반 ▶ 관리자 보안성 유지 ▶ Access 데이터베이스 기반 <ul style="list-style-type: none"> - 표준 관계형 DB - 데이터 무결성 준수 ▶ 다양한 전송방법 인터페이스 ▶ 기록의 갱신, 저장, 삭제, 추가 및 그 래프, 보고서 출력기능

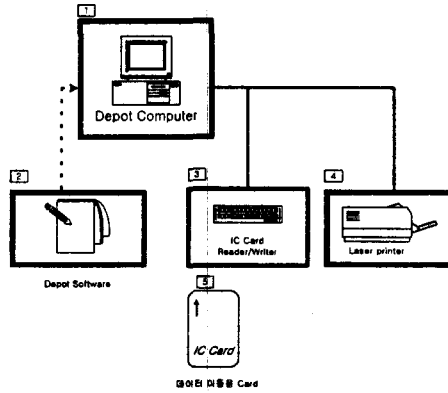
이러한 데이터 분석 시스템은 사용자와의 손쉬운 인터페이스를 위해 Window95/98환경에서 비주얼 프로그램으로 프로그래밍 되었으며, 여러 하부 장치와의 인터페이스에서도 편리성을 갖추었다.

2.2 데이터 분석시스템의 구성

2.2.1 일반적인 데이터 분석시스템

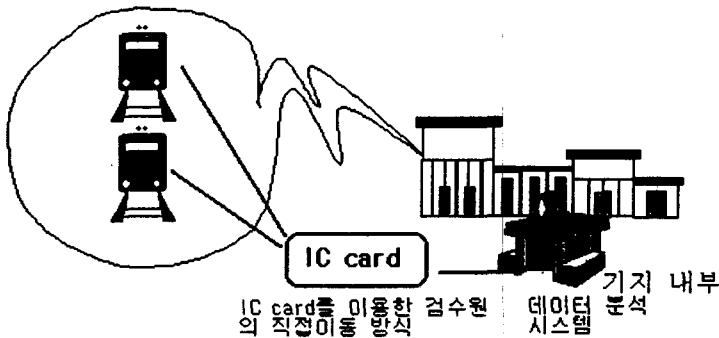
일반적인 데이터 분석시스템의 하드웨어 구성은 PC의 경우 (1) Pentium II 300MHz 이상의 성능, (2) 6Gbyte 이상의 하드디스크 드라이브, (3) 17inch 이상의 모니터,(4) Windows 95/98 OS채택의 시스템을 갖추고 있으며, 데이터의 전송매개체인 IC카드는 (1) 시스템에 따라 접촉식 또는 비접촉식 IC memory card, (2) 용량은 용도에 따라 512KB, 1MB, 4MB, 8MB 의 크기를 갖는다. 또한 IC memory card의 데이터를 직접 읽어내고, 데이터를 기록하는 Memory card

reader/writer는 (1) 제품에 따라 Serial 및 PC card Interface방식이 가능하며, (2) 전송속도는 2400 115200bps(Bus방식의 경우는 더 높은 전송속도를 갖을 수도 있다) 의 성능을 갖는다. 그 외에도 분류된 데이터를 인쇄하기 위한 A3,A4용지의 사용이 가능한 laser printer와 저장된 데이터의 저장을 위한 CDROM-WRITER 또는 TAPE STREAM 등의 대용량 저장장치를 갖추게 된다. 시스템의 하드웨어적인 개략도는 아래 그림과 같다.



[그림 1] 데이터 분석시스템의 구조

데이터 분석시스템을 운영하기 위한 소프트웨어는 (1) Print프로그램, (2) File관리 프로그램, (3) 관리 프로그램, (4) Data처리 프로그램, (5) Graph프로그램, (6) Back-up Device 프로그램 등으로 나누어지며, 객체지향 방식의 프로그래밍을 통하여 모듈화되어 있으므로 각종 방식의 변환에 따라서 각각의 모듈만을 교체하여 소프트웨어적인 재사용성을 충분히 고려하여 프로그래밍 되었다. 현재 대부분의 노선에서 사용되고 있는 데이터 분석시스템은 종합제어장치의 메모리 내에 저장된 데이터를 데이터 분석시스템까지 옮기는 매체로 각종 Type(SRAM or Flash)의 IC memory card 또는 PCMCIA card를 사용하고 있다. 이러한 데이터 이동방식은 아래의 그림에 간략하게 나타내었다. IC card를 이용한 방식은 데이터를 안전하게 이동하는 장점이 있지만, 더욱 많은 단점을 갖



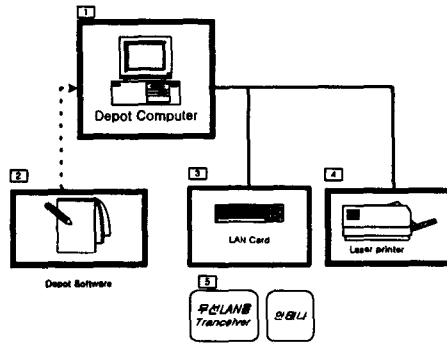
[그림 2] 일반적인 데이터 분석시스템의 데이터 이동방식

고 있다. 첫째로 차량기지에는 새로 입고되는 IC card의 방식에 따라서 수많은 데이터 분석시스템

을 보유하고 있으며(같은 종류의 IC card 장비와 프로그램이 탑재된 구간의 경우는 같은 장비를 사용해도 되지만 실제로 추가분 물량이 이전 물량과 똑같이 구성된 구간은 현실적으로 거의 없다), 둘째는 IC card의 수명에 따라서 데이터의 불량 및 잦은 교체를 통한 비용의 추가부담을 감수해야 하며, 셋째는 사고가 발생하는 경우 데이터를 분석하기 위해서 많은 시간이 소요되는 문제점을 안고 있고, 마지막으로 검수 요원의 작업공수를 줄 일수 없는, 즉 차량이 늘어남에 따라서 IC card의 수량 및 검수 요원의 작업량이 더욱 늘어나는 문제점을 갖게 된다.

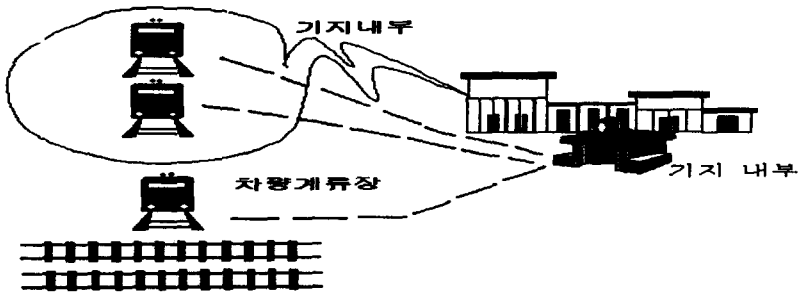
2.2.2 LAN을 이용한 데이터 분석시스템

LAN방식을 사용하는 데이터 분석시스템의 경우는 아래 [그림 3]과 같은 하드웨어적 구조를 갖는다. 기존 방식의 IC card reader/writer대신 LAN card를 하드웨어 장비로 갖는다. LAN card는 이미 국제적인 표준이 마련되어 있어, 소프트웨어를 구현하는 TCP/IP방식의 소프트웨어에 따라서 LAN card를 교체해야할 필요가 없는 장점을 갖는다.



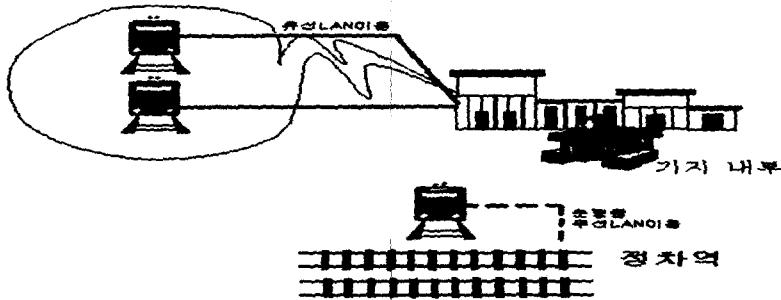
[그림 3] 무선LAN방식 시스템의 구조

무선LAN방식을 채용한 데이터 분석시스템의 데이터 흐름은 안테나를 장착한 차량이 하루의 운행을 마치고 차량기지로 입고되는 어느 순간을 선택하여 데이터 분석시스템이 데이터를 전송하도록 종합제어장치에 요구하고, 종합제어장치가 데이터를 데이터 분석시스템에 전송함으로써 IC card를 대신하는 일련의 검수과정이 진행된다.



[그림 4] 무선LAN방식의 데이터 분석시스템의 데이터 이동방식

IC card를 이용한 데이터 분석시스템의 문제점을 개선하기 위한 대안으로 무선LAN방식을 사용하는 경우 IC card를 이용한 방식의 단점을 대부분 개선할 수 있다. 그러나 이러한 방식은 데이터의 전송 신뢰성을 확실히 보장하지 못하는 문제점을 내포하게 된다. 이러한 연유로 데이터의 신뢰성을 확보해야만 하는 구간에서는 유선LAN을 사용하고, 거리가 근접하여 데이터의 신뢰성이 보장되는 일부에서는 무선LAN을 혼합하는 방식을 제시해 볼 수 있다.



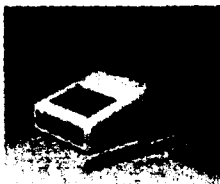
[그림 5] 유무선 복합LAN방식의 데이터 분석시스템의 데이터 이동방식

각 방식마다 장단점이 존재하지만, 본 논문에서는 무선LAN방식을 이용한 방식을 데이터 분석시스템에 채택하기 위한 실험만을 진행하였다.

3. 무선LAN의 유효성 실험

데이터 분석시스템의 데이터 전송은 차량의 기지 내에서 행해진다. 차량의 기지에는 전동차를 움직이기 위한 고압선 및 콘크리트 벽으로 둘러 쌓인 각종 장애물들이 곳곳에 놓여있다. 무선LAN 방식은 이러한 장애물들 사이에서 데이터가 얼마나 빠르게 전송되는가와 정확하게 전달되는가에 초점을 맞추어서 실험을 진행하였다. 무선LAN방식의 데이터 분석시스템을 구현하기 위한 예비 실험은 1차 및 2차의 시험을 철도청 구로 차량 사무소에서 진행하였으며, 시험에 사용된 장비는 아래와 같다.

- Breeze Com社 의 SA-10, AP-10 model 각각 1 대(2Mbps 전송 속도)
- 외부 전원 110 ~ 220 V (무선 랜 및 안테나 동작시 필요)
- 외부 안테나 1 대 (Omi-6)
- Notebook PC 2대 - 일반 PCMCIA LAN카드 장착된 모델
- Desktop computer 1대



[그림 6] SA-10



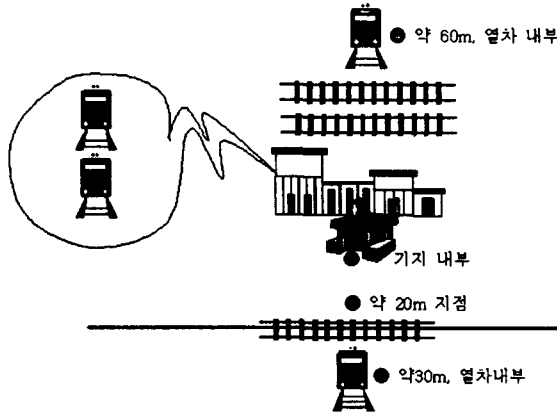
[그림 7] AP-10



[그림 8] Omi-6

3.1 일반 전송효율 시험

외부 안테나 장비를 사용하지 않고 SA-10 장비에 장착된 소형 안테나를 이용한 상태에서, 먼저 notebook 2대에 각각의 무선LAN 장비를 장착한 후에 열차의 거리나 장애물에 관한 전송효율 및 에러율을 체크하였다. 실험의 방식은 한쪽 notebook은 기지 내에 위치시키고 다른 notebook을 아래의 그림처럼 이동하면서 'Ping'에 의한 전송율과 에러율을 검사한다. 그림의 각 장소에서의 결과는 아래의 표에 요약하였다.



[그림 9] 일반 전송속도 시험 개략도

Index	그림	Notebook간 거리	전송효율	비고
1	●	30cm	9ms	전송상태 양호
2	●-●	20m	9ms	고압선, 지향성
3	●-●	30m	9ms	고압선, 무지향성
4	●-●'	above 30m	9ms	고압선, 무지향성
5	●-●	60m	×	콘크리트벽, 무지향성

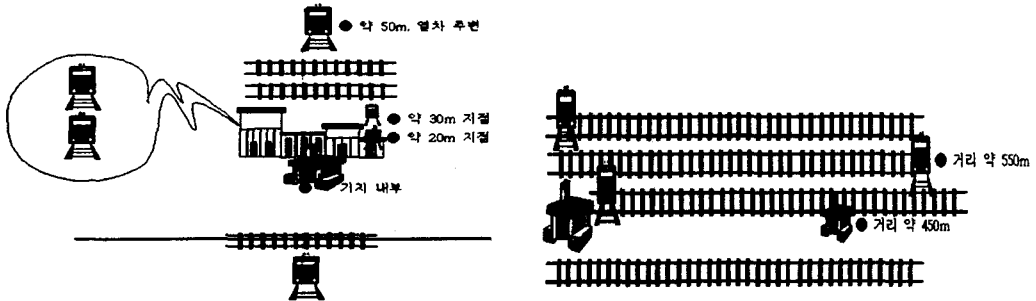
[표 2] 일반적인 전송속도 시험 결과

1번 실험의 경우 설치 당시의 notebook간 거리(장착된 소형 안테나의 거리)가 약 30cm이며 ping에 의한 속도 측정 결과 9ms로 아주 양호한 상태의 전송효율을 보여주고 있다. 2번 실험의 경우는 중간에 고압선이 있었으며, 안테나는 서로 notebook을 향하도록 하는 지향성 테스트를 수행하였으며 전송속도는 이전 실험과 마찬가지로 9ms를 나타내어 양호한 상태를 보여주었다. 3번 실험은 중간에 고압선이 존재하며, 다만 한쪽 notebook이 서로의 안테나가 보이지 않는 상태의 무지향성 상태를 유지(notebook이 열차의 내부에 위치)하면서 30m 거리에서 전송효율을 측정하였다. 역시 9ms 아주 안정된 상태를 나타내었다. 4번 실험은 30m이상의 주변지역에서 고압선과 열차를 장애물로 하고 테스트를 진행하였지만 9ms의 전송효율을 나타내었다. 5번 실험은 거리를 좁

더 늘리고, 새로운 장애물로 콘크리트 벽과 열차를 통해서 통신을 시도하였지만 전송이 수행되지 않았다.

3.2 외부안테나를 이용한 전송효율시험

notebook에 무선LAN SA-10장비를 장착하고, desktop 컴퓨터에 AP-10장비를 장착한다. 이때 AP-10장비에 외부안테나를 장착하여 안테나의 효율을 측정하였다. AP-10에 안테나를 연결한 부분은 기지 내 또는 기지의 2층 및 그 주변에 위치시키고 notebook을 이동하면서 거리에 대한 전송효율과 에러율을 검사하였다.



[그림 10] 무선LAN방식 시험의 개략도

Index	그림	PC간 거리	전송효율	비고
1	●	5m	9ms	전송상태 양호, 기지내 위치
2	●-●	20m	9ms	중간벽, 열차
3	●-●	30m	10ms	고압선, 중간벽, 열차
4	●-●	50m	13ms	벽2개, 열차3개
5	●-●	450m	14ms	무지향성
6	●-●	550m	×	무지향성

[표 3] 무선LAN방식의 전송속도 시험 결과

1번 실험의 경우 PC간 거리는 약 5m정도이고 두 PC는 모두 기지 내에 위치하고 있었다. 전송속도는 9ms로 아주 양호한 상태였다. 거리 20m지점의 2번 실험은 중간에 벽이 있었으며 주위에 열차가 장애물로 존재하였지만 전송속도는 9ms로 양호하게 나타났다. 거리 30m지점의 3번 실험은 중간에 고압선, 열차 및 벽이 있었으며 열차주변에서 전송속도를 측정하였는데 장애물이 많아진 관계로 전송속도는 10ms나타났다. 거리 50m정도의 4번 실험은 중간에 벽이 2개, 열차 3개가 장애물로 존재하였으며, 결과는 13ms로 나타나 약간 불안정한 결과를 보였다. 5번 실험은 거리가 450m지점으로 AP-10과 안테나의 위치는 기지의 밖이며, 열차에 의해 서로가 보이지 않은 상태에서 전송속도를 측정하였다. 약 14ms의 전송속도가 나타나서 거리가 멀어짐에 따라 전송속도에 영

향이 나타남을 알 수 있다. 거리 약 550m 지점의 마지막 실험은 안테나의 위치를 2층 및 기지 주변으로 이동시켜도 서로간에 통신이 수행되지 않는 Time out 현상이 발생하였다.

3.3 실험 결과

소형 안테나 (높이 약 10cm)로 테스트를 한 결과 고압선에 자기장에 관하여 특별한 애로 사항은 없었으며 콘크리트 벽이나 한 두 개의 철판 벽은 데이터 전송 시에 문제가 되지 않는 것으로 실험 결과 나타났다. 소형 안테나라도 지향성인 상태에서는 약 200~300m 정도의 거리에서도 무난히 통신을 수행할 수 있었지만, 중간에 장애물이 있을 경우에는 통신가능 거리가 현저하게 짧아질 것으로 판단이 가능했다.

외장형 안테나(높이 약 50cm)를 AP-10에 연결하고 SA-10을 컴퓨터에 장착하여 테스트를 한 결과 도 역시 고압선은 자기장에 특별한 애로사항이 없는 것으로 실험결과 나타났다. 또한 콘크리트 벽이나 약간의 철판 벽은 데이터 전송 시에 문제가 되지 않는 것으로 실험결과가 나타났다. 기지의 지형적인 특성 때문에 거리 약 450m에서는 잘 동작하였으며, 최대거리 약 550m에서는 통신이 되지 않음. 이 테스트는 외부 안테나 1개를 사용했으므로 만약 양쪽에 안테나가 있는 경우라면 좀 더 원거리에서도 실험이 진행될 것으로 판단하였다.

결국 고압선은 데이터의 전송속도에 영향을 거의 주지 않았으며, 장애물이 있는 경우 각 호스트 간의 거리가 전송속도에 영향을 끼치는 요소임을 알아내었다. 이 결과를 이용하면 무선LAN방식을 사용한 데이터 분석시스템은 데이터의 전송속도 및 신뢰성이 보장 가능한 거리 내에서 데이터를 전송하도록 위치 및 기지설계가 필요함을 부가적으로 알 수 있었다.

4. 결론

IC card를 이용한 데이터 분석시스템은 데이터의 신뢰성 측면에서는 다른 방식에 비해서 장점을 갖는다. 하지만 비용 및 작업공수 면에서는 반대로 많은 문제점을 보유하고 있다. IC card가 갖는 문제점을 해결하기 위해 무선LAN방식을 이용한 데이터 분석시스템을 제안하였고, 무선LAN방식이 철도차량과 같이 궤도 위를 움직이는 차량에서도 데이터의 전송신뢰성을 갖는지에 대한 실험을 통해 차량기지의 특수한 상황(고압선 및 각종 장애물)하에서의 무선LAN방식이 데이터 분석시스템의 한 방법으로 적용 가능한 방법임을 증명하여 보았다. 추후 다양한 실험 방식을 통해 무선LAN방식의 데이터 분석시스템 구성에 대한 타당성을 검증하여 보고, 좀 더 완벽한 데이터 분석시스템을 구축하기 위해 유무선LAN을 동시에 구성하는 복합방식의 데이터 분석시스템에 대한 연구를 추후 과제로 남겨둔다.

참고문헌

- [1] KNR 1호선 국산 모니터링 장치 개발완료 보고서 IV, 1999, 대우중공업(주)
- [2] 서울특별시 지하철 7&8호선 국산 TCMS 개발 완료보고서 IV, 1997, 대우중공업(주)
- [3] Requirements Specification, Seoul Subway TCMS Depot Specification - Line 7/8, 1996, GEC ALSTHOM Traction Ltd.
- [4] 무선랜을 이용한 무선 다운로드 S/W 개발, 1999, 청주대학교, pp 11-15