

경량전철 시험평가를 위한 무선 통합시스템 설계

정락교*, 정상기*, 김연수*, 조홍식*, 김영석**
한국철도기술연구원, 인하대**

A Design of Wireless Integration System for Light Rail Transit Test Evaluation

Rag-Gyo. Jeong*, Sang-Ki. Chung*, Yeon-Su. Kim*, Hong-Sik. Cho*, Young-Seok Kim**
Korea Railroad Research Institute*, Inha University**

Abstract - 경량전철 시스템은 통합시스템으로 시험의 종류 및 방법이 다양하여 기존의 열차 계측 시스템은 계측기마다 별도로 시험하고, 각각의 계측기마다의 계측 데이터를 취합하여 각 계측 데이터별로 비교 분석하여야 함으로 열차의 주행을 시험항목에 따라 열차를 여러번 운행, 동작등, 반복을 피하기 위하여 시스템을 통합하여 체계적으로 시험하기 위한 방안으로 계측시스템의 구축이 필요함에 따라 채널의 추가 및 삭제에 용이한 분산계측 시스템으로 무선 랜을 이용하여 거리 및 위치의 한계를 극복하고 주행 중인 열차의 차상 및 지상의 Data를 통합하여 측정하며 측정채널의 시간동기를 맞추어 측정함으로써 Data 분석 시 채널간의 비교가 용이하도록 시스템의 설계를 하였다.

1. 서 론

경량전철 시스템이 개발 및 평가에 중요한 요소인 계측 Data 획득을 위해서 정확하고 안정된 계측 시스템의 구축이 필수적이며 이러한 계측시스템의 설계는 1장에서 정의한 경량전철의 시험항목과 계측항목을 토대로 위치 및 용도를 고려하여 계측 신호를 분류하고 최적의 통합 계측시스템을 구축한다. 최적의 통합 시스템은 같은 시험조건을 한번 시험으로 모든 Data를 측정할 수 있어 시험일정을 단축 할 수 있으며 거리가 머리 떨어진 계측 신호간의 직접적인 비교가 용이하다.

2. 본 론

2.1 계측 시스템 구축방안

경량전철의 계측시스템은 다음과 같은 사항을 고려하여 설계한다.

- 1) 계측 장치의 추가 및 제거가 용이한 Network를 이용한 분산계측 시스템 구축
- 2) 차상 및 지상의 신호를 시간동기를 맞추어 통합계측이 가능한 통합계측시스템 구축
- 3) 상시 계측항목, 추가 후 계측항목, 필요시 별도계측항목을 구분하여 시스템을 구축
- 4) 장시간 (3시간 이상) 연속측정 및 측정 DATA 분석이 가능한 시스템 구축

2.2 계측신호의 분류

최적의 계측시스템을 구축하기 위하여 계측신호의 위치 및 용도를 고려하여 계측 시스템의 설계가 되어야 한다. 계측 신호는 위치에 따라 차상신호와 지상신호로 나눌 수 있으며 또한 계측신호의 시간동기 및 용도에 따라 상시계측 신호, 추가 후 계측 신호, 별도 계측 신호로 구분할 수 있다. 상시계측과 추가 후 계측신호는 시간의 동기를 필요로 하며 별도 계측시스템은 시간동기가 필요 없고, 필요시 별도로 계측이 가능한 신호로 다음과 같이

분류 할 수 있다.

2.2.1 시간동기 및 용도에 따른 분류

- 1) 상시계측항목
시험 시 항상 계측하는 중요한 신호로 계측신호 간의 데이터 비교 및 분석을 위하여 신호 간 시간동기를 필요로 한다.
 - 차량관련 센서 신호 (차량속도, 가속도, 온도)
 - CBTC 신호 (CBTC 차량위치, CBTC 차량속도, 제어명령)
 - Brake 제어장치(BOU) 관련 신호 (제동지령, 제동실린더 압력)
 - 견인장치(인버터) 관련 신호 (견인지령, 인버터 전압, 인버터 전류)
 - 집전장치 관련 신호 (집전장치 작용력, 진동, 접촉손실률)
 - 전력장치 관련 신호 (모선전압, Return 전류)
 - 선로관련 신호 (안내레일 / 측벽 하중, 변위)
- 2) 추가 후 계측항목
항상 계측 할 필요는 없으면 필요시 추가 계측시스템을 장착하여 계측하는 신호로 계측신호 간의 데이터 비교 및 분석을 위하여 신호 간 시간동기를 필요로 한다.
 - 차량 및 대차의 응력신호
 - 안내프레임의 응력신호
 - 집전장치의 응력신호
- 3) 필요시 별도계측항목
항상 계측 할 필요는 없으면 필요시 추가 계측시스템을 장착하여 계측하는 신호로 계측신호 간의 시간 동기는 필요 없는 계측신호.
 - 승차감 관련 신호
 - EMC/EMI관련 신호
 - 소음/진동관련 신호

2.2.2 계측위치에 따른 분류

계측 위치에 따라 계측시스템을 그룹화하면 크게 지상 계측신호와 차상 계측신호로 나눌 수 있다. 계측시스템을 계측신호 가까운 곳에 설치하면 계측신호와 계측 시스템간의 거리를 줄여 케이블의 길이를 짧게 할 수 있으며 짧은 케이블의 길이는 Noise 감소에도 도움이 된다.

- 1) 지상 계측신호
 - 전력 시스템
 - 선로 시스템
 - 지상 신호 시스템
- 2) 차상 계측신호
 - 신호 시스템
 - 차량 시스템
 - 집전 시스템
 - 응력 측정 시스템

2.3 분야별 계측신호 및 센서

분야	계측신호	채널 수	Sensor
차량	차량속도	1	Non Contact speed meter
	가속도(진동)	20	가속도계
	Rolling, Pitching, Yawing	3	자이로 센서
	하중	17	Loadcell 또는 Strain gauge
	온도	8	Thermo Couple K Type
	각도	2	각도센서
	위치	2	반사판 + 레이저센서
	응력	48	Strain gauge
	압력	6	압력계
	가선전압	1	PT
전력	가선전류	1	CT
	전압	8	PT
	전류	15	CT
선로	집전	17	설치되어 있음
	온도	12	Thermo Couple K Type
	변위	14	변위계
	응력	30	Strain gauge
	가속도	17	가속도계
	각도	2	각도센서
	토압	4	토압계
합 계		228	

2.4 통합 계측시스템 구성

경량전철 통합계측 시스템은 그림 1에서와 같이 계측 신호의 측정위치에 따른 거리와 작업성, 이동성 등을 고려하여 무선으로 네트워크 환경을 구성하고 측정신호에 가장 가까운 위치에서 데이터를 측정하여 데이터를 공유하는 양방향 통신이 가능한 분산 계측 시스템으로 전체 계측 시스템을 구성한다. 이러한 분산계측 시스템은 계측 시스템의 추가 및 확장이 용이하고 유지 보수가 간편하며 계측 시스템의 일부를 다른 계측에 이용할 수 있어 시스템의 효율을 높일 수 있다.

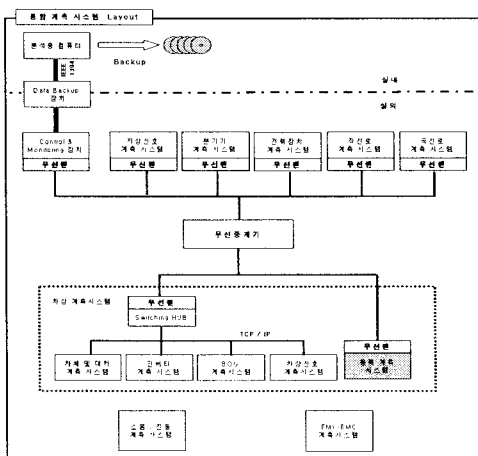


그림 1 통합계측 시스템 Layout

2.5 Software 기능 및 구성

통합계측 시스템의 구동용 Software는 계측프로그램, Post Processing 프로그램, 분석프로그램으로 구성되어 그림 2 Software 운영 흐름도와 같이 계측, 저장 및 Monitoring은 계측 프로그램이, 계산채널의 계산 및 채널별

데이터 분리는 Post Processing 프로그램이, 분리된 채널의 분석 및 보고서 작성은 분석 프로그램이 담당한다.

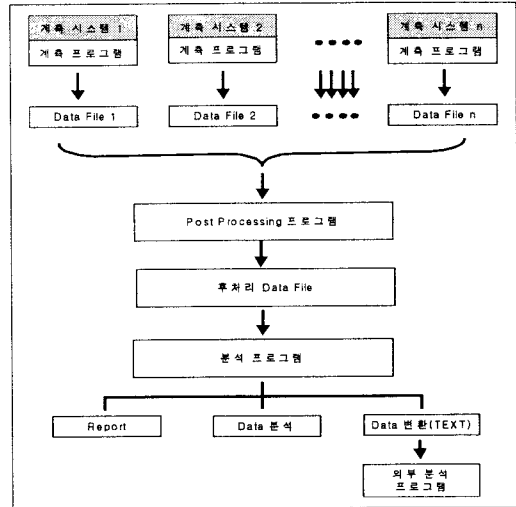


그림 2 Software 운영 흐름도

프로그램의 기능을 상세하게 정의하면 다음과 같다

- 1) 계측 프로그램
계측 신호를 측정, 저장, limit Check, Data Network 송, Monitoring을 수행하며 다음과 같은 기능을 가진다.
 - Data 측정
 - Data Network 전송
 - Data Monitoring
 - System Diagnostic
 - Channel Configuration
 - Channel Calibration 및 Calibration file의 지
 - 실시간 User 설정 Limit Check
 - Real Time Data 저장 (저장시간 : 3시간 이상)
 - 계측 시스템의 Network 연결만으로 Channel 확장 가능
 - 연결된 System의 Real Time 원격제어
 - 저장 file의 시간동기
- 2) Post Processing 프로그램
저장된 File을 채널별로 분리하고 계산채널을(Jerk, 주행 거리) 계산하여 별도의 채널로 저장하며 다음과 같은 기능을 가진다.
 - Channel별 Data 저장
 - Channel간 계산 및 Data 저장
 - 이동거리, 위치 계산
 - Data File 분배
 - Channel별 시간의 동기 점검 및 설정
 - Test 조건 기록 및 File 저장
- 3) 분석 프로그램
가공된 File을 읽어 Data를 분석하며 다음과 같은 기능을 가진다.
 - 전체 측정 Data Load 및 분석
 - User 선택 일부구간 분석 및 측정시간 일치 후 Channel별 분석
 - Digital Filter 처리 및 분석
 - FFT분석 및 특정 Data부분 Text File 저장
 - 저장 File 분석 및 Report 작성
 - X-Y Graph 분석 및 Time-Y Graph 분석
 - 선택 Channel Text File변환 및 Data 통계 처리

2.6 통합 계측 시스템의 운영

통합 계측시스템 운영은 시험 전, 시험 중, 시험 후 3가지 경우로 나눌 수 있다. 시험전의 점검사항은 각각 계측 시스템에 Data를 저장할 HDD의 용량의 점검, Diagnostic 프로그램을 활용하여 신호를 점검, 제어명령 및 D

ata 교환을 위한 네트워크 점검을 수행한다. 시험 전 점검이 끝나면 그림 3의 계측시스템 운영 흐름도와 같이 계측 프로그램을 구동하여 제어 PC의 명령을 수행할 준비상태로 만들고 제어 PC의 명령을 기다린다. 모든 계측시스템의 준비가 끝나면 제어 PC를 이용하여 시험시작 신호를 각 계측시스템으로 보내고 계측시스템이 계측을 시작하면 제어 PC를 이용하여 저장 명령을 보내서 전체 통합시스템의 시간동기를 맞추어 Data를 저장한다. 시험이 끝나면 시험 종료 신호를 제어 PC를 이용하여 전체 계측시스템으로 보내면 각각 계측시스템은 서 저장중인 File을 종료하고 계측 프로그램에서 종료한다. 시험완료 후 저장 File을 점검하고 네트워크 라인을 이용하여 제어 PC에 연결된 Backup장비로 Data File를 전송한다. Backup장비를 제어 PC에서 분리하여 분석용 PC에 연결하고 Post Processing 프로그램을 구동하여 Data 분석 준비를 한다. Post Processing이 끝나면 분석 프로그램을 이용하여 Data를 분석, 보고서 작성을 한다. 계측시스템에서 저장한 Data File 및 Post Processing후 File은 Backup 장비를 이용하여 data를 보관한다.

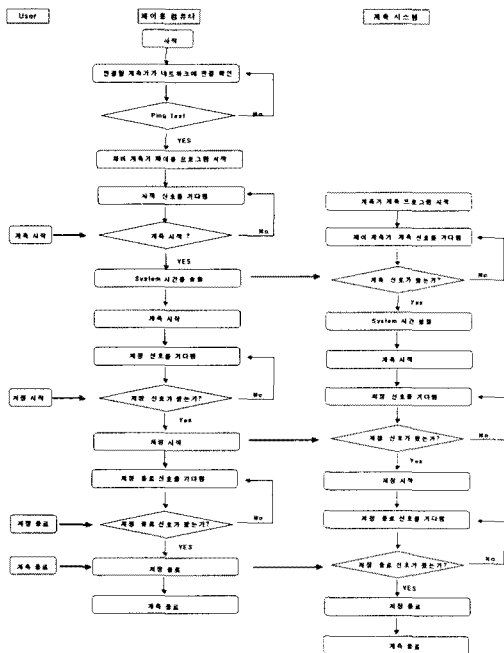


그림 3 계측시스템 운영 흐름도

각각 계측시스템의 저장시간이 다르면 계측 시스템에 저장된 File의 시간이 서로 다르므로 같은 시간에 발생한 신호의 비교가 어렵게 된다. 이러한 일을 방지하고 계측시스템의 저장시간을 동일하게 하기 위하여 한사람이 제어용 컴퓨터를 이용하여 통합시스템에 연결된 전체의 계측시스템에 동시에 제어명령(계측시작명령)을 전달하여 각 계측시스템의 저장 File이 만들어지는 시간의 차이를 줄인다. 또한 저장시간의 오차를 줄이기 위하여 Test 시작 전 제어 PC와 계측시스템의 시간을 일치시키고 Data File에 절대시간을 저장, 저장된 시간을 기준으로 Post Processing 프로그램에서 Data간 시간을 보정하여 오차를 최소화한다.

2.7 네트워크 구축

통합계측시스템은 네트워크를 이용한 분산 계측시스템으로 구성되므로 안정적인 네트워크 환경은 안정적인 계측시스템을 구축하는 기본이 된다. 또한 경전철 통합 계측시스템은 주행중인 차량 속에 설치된 계측시스템과 지상에 설치된 계측시스템을 동시에

측정하는 시스템이므로 무선과 유선 환경을 같이 사용하여야 하며 무선 네트워크는 그림 4 네트워크 구성도에 나타난 것과 같이 시험선로 전 구간을 포함하였다 또한 네트워크 구성은 다음과 같다.

- 1) 무선 네트워크
 - AP (Access Point)
Access Point는 무선랜 Card와 연결하는 HUB와 라우팅 기능을 수행한다. 작동반경은 최대 500m로 알려져 있으나 설치 환경에 따라 차이가 많이 나타난다.
 - 안테나
지향성과 무지향성 안테나로 구분할 수 있으며 사용 종류에 따라 작동반경을 확장 할 수 있으며 좀더 안정적인 환경을 보장한다
 - 무선 랜 Card
Ap에 연결되어 네트워크를 구성하며 유선랜 Card와 기능이 같다. 최대 전송속도는 11 Mbps이다.
- 2) 유선 네트워크
 - Switching HUB
100 Mbps의 전송속도를 가지며 차량 안의 계측시스템간이 네트워크를 구성한다.
 - 광 케이블 및 광 네트워크
용량이 큰 저장(4G byte) File을 옮기는 백본망으로 사용한다.
(4G byte File을 11 Mbps 속도로 전송하면 약 48분의 시간이 걸린다.)

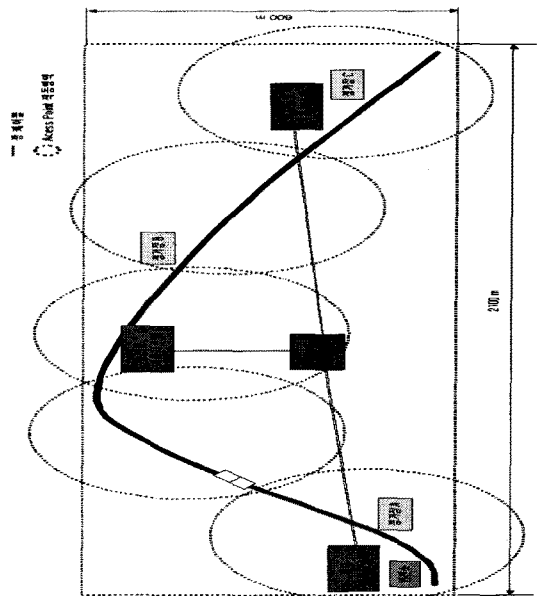


그림 4 네트워크 구성도

3. 결 론

시험평가를 위하여 각 하부시스템별로 시험항목을 도출하고 그에 따른 측정대상을 선정하여 경량전철 개발시스템의 시험평가를 위한 계측시스템 설계를 수행하였다. 계측시스템운영의 효율성을 고려하여 S/W 기능을 정의하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] 정락교의, "경량전철종합시스템엔지니어링기술개발", pp1-4 20페이지, 2003년도 12월