

CDMA 통신기반의 원격 조가선 상태 모니터링 장치

(A Remote Monitoring Device for State measurement of Messenger Wire Based on CDMA Communication)

백승구* 이창영** 권성태**
Baek, SeungKoo Lee, ChangYoung Kwon, SungTae

ABSTRACT

The contact and messenger wire is important parts in the electric power system of the railroad. There are so many measurement method like voltage, current, scratch of surface, and glow longer of length. In this paper suggest real time monitoring system of messenger wire so called RTU (Remote Terminal Unit) and this system includes CDMA module to transfer real time or saved data of memory to the end user directly who is in the long distance. The hyper terminal program of windows shows the downloaded data from RTU through CDMA communication and this data can be transferred to excel sheet easily.

1. 서론

전차선 및 조가선등의 전력선은 AC 25KV 또는 DC 1500V의 고전압이 인가되는 설비이다. 이러한 전력계통 시스템에서 오랜 기간 동안 선로의 변이 상태를 계측하기 위한 계측기의 성능 요구조건은 주로 절연저항 시험, 내전압 시험, EMC 시험 등의 만족 여부가 중요한 항목이었으며, 이러한 시험 항목들을 충족시키기 위한 개발자들의 많은 노력이 있었다. 하지만, 상기 항목에 추가적으로 최근에 이동통신 기술의 발달과 함께 원거리의 무선 데이터 통신이 보편화 되면서 사람이 직접 계측장비의 상태를 확인하지 않고도 장비의 동작상태 와 측정 장치 내부의 메모리에 수집된 데이터를 원거리에서 자동으로 다운로드하여 확인 할 수 있는 RTU(관측국:Remote Test Unit)장치에 대한 많은 연구와 개발이 있었다.

이러한 모니터링 장비는 독립적인 하나의 계측 시스템으로 동작하는 Stand alone 방식과 독립적으로 동작하지는 못하지만 PC를 기반으로 데이터를 수집하고 저장할 수 있도록 하는 두 가지 방식으로 주로 구분된다. 독립적인 시스템인 stand alone 방식의 경우 하드웨어의 값이 비싼 단점이 있는 반면 설치가 용이하며, 고온과 저온의 온도조건, 진동 및 EMC의 환경 조건에서 좋은 성능을 보이는 장점이 있다. non-stand alone 방식인 PC를 기반으로 하는 장치의 경우 시스템의 확장성과 가격면에서 유리하지만 환경조건에서는 만족할 만한 성능을 보이기 어려운 단점이 있다. 따라서, 조가선의 상태 계측장비의 경우 환경조건이 좋지 않은 선로 주변에 설치되어야 하는 이유로 인해 주로 Stand alone 방식을 선호하고 있다. 현재 개발된 stand alone 방식의 경우 내부에 저장된 데이터를 얻기 위해 관측국이 설

* 한국철도기술연구원 주임연구원, 정회원

E-mail : skbaek@krri.re.kr

TEL : (031)460-5507 FAX : (031)460-5539

** 한국철도기술연구원, 정회원

치된 지점에서 노트북을 이용하여 저장된 데이터를 직접 다운로드 받는 방법과 유선랜 또는 무선랜을 이용하여 관측국의 근거리에서 데이터를 다운로드 하는 방법이 주로 사용되고 있다. 그러나 유선랜의 경우 고압선인 전차선 및 조가선의 인접 설치 환경으로 인해 통전의 위험성이 항상 존재하여 철도산업 분야에서는 주로 802.11의 프로토콜을 사용한 무선랜을 계측장치에 사용하고 있다. 하지만, 무선랜의 경우 통신거리가 불과 수 미터 정도에 불과한 단점이 있어 측정 장치가 설치된 관측국 가까이에 접근하여 데이터를 얻어야 하는 단점이 있다.

본 논문에서 제시한 데이터 계측 장치는 사람이 직접 현장에서 데이터를 취득할 필요 없이 원거리에서 무선으로 컴퓨터를 이용하여 취득된 데이터를 실시간으로 받아 볼 수 있도록 함으로써 많은 비용 및 시간을 절약하고 손쉽게 데이터를 취득 할 수 있는 장치를 제안한다. 또한 이장치를 이용하여 조가선의 환경조건인 온도 및 바람에 의하여 길이의 변화정도를 파악 할 수 있음을 보인다. 이러한 원거리 무선 통신의 적용을 위해 CDMA 통신방법이 적용되었으며 이를 통해 측정 장치에 저장된 데이터를 원거리에서 자유롭게 다운로드가 가능함을 보이도록 한다.

2. 본론

2.1 조가선 모니터링 장치의 구성

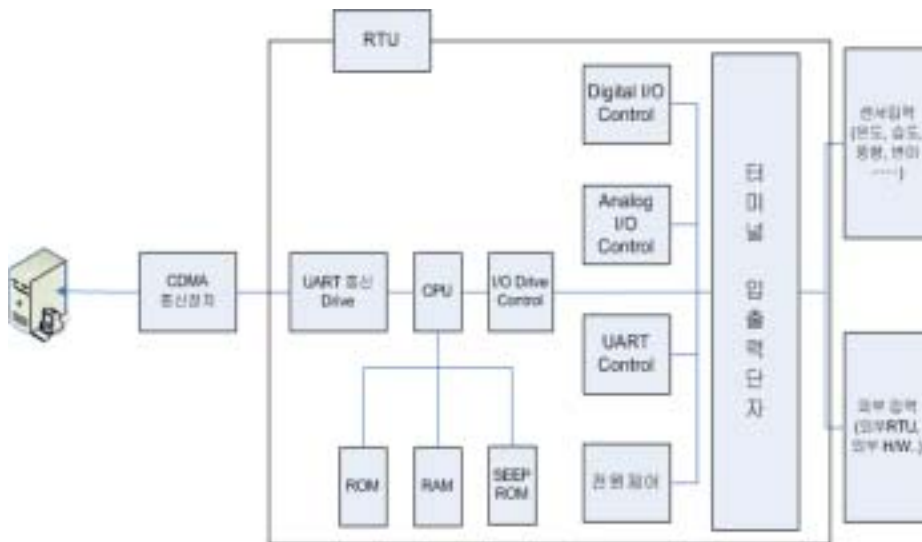


그림 1 조가선 모니터링 장치의 블록도

그림 1은 조가선 모니터링 장치의 개념도이다. 그림과 같이 RTU는 전원장치, CPU 보드, 입출력 데이터의 저장을 위한 ROM과 RAM, 데이터의 입출력을 위한 I/O Drive control과 Digital & Analog I/O 보드, 외부 장치와의 통신을 위한 UART 통신 Drive 그리고 무선 통신을 위한 CDMA 통신 장치로 구성 된다. 센서로부터의 입력과 다른 외부 RTU 또는 외부 하드웨어로부터의 입력은 터미널 입출력 단자에 의해 RTU에 입력되며 RTU는 CPU의 처리에 의해 I/O Drive controller에 명령이 전달되고, 이 명령에 의해 Digital 과 Analog I/O 및 UART 그리고 전원장치를 제어하도록 하였다. 원거리 통신을 위해 UART 통신 Drive는 CDMA 통신 모듈을 이용하여 이동통신사의 기지국에 자료를 전송하고 원거리에 위치한 다른 CDMA 통신 모듈을 통하여 Remote PC(감시국)에서 자료를 전송 받을 수 있게 된다.

그림 2는 그림 1의 블록도를 이용하여 하드웨어로 제작된 제작된 RTU(관측국)와 Remote PC(감시국) 시스템이다. 현재 시스템은 관측국에서 풍속, 변이, 온도, 습도의 4가지 데이터를 계측하고 있지만 RTU의 입출력 보드 확장을 이용하여 원하는 센서의 데이터를 추가로 계측할 수 있도록 설계되어 있다. 표 1은 그림 2에서 제작된 측정 장치의 주요재원을 나타낸다.

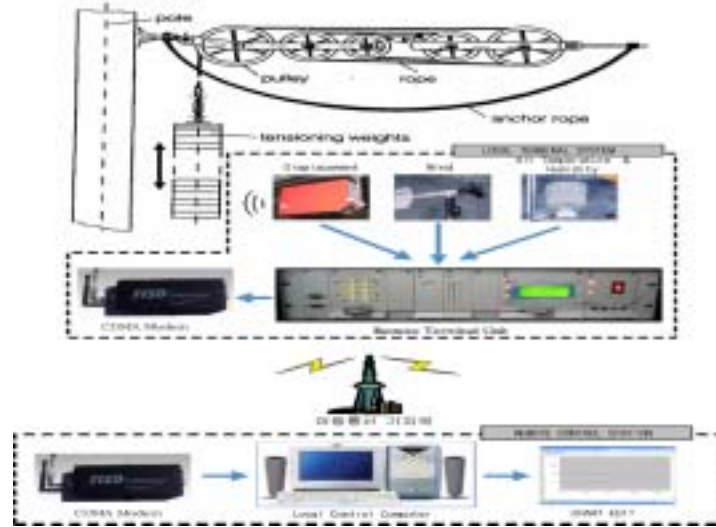


그림 2. configuration of data aquisition system for thermal extension behavior

표 1. RTU 장치의 주요 재원

장 비 명	주 요 재 원	비 고
Remote Terminal Unit	사용환경 : -20 ~ 70 ℃ 습도 : PH 95% 이하 사용전원 : DC 12V ~ ±5% 소비전력 : 45mA(동작시), 25mA(대기시) CASE 구조 : 알루미늄 2.5T, 3U 표준 합체구조 : 19" 3U 표준 Rack 크기 : 483 X 132 X 220	시스템 일반재원
CPU Board	CPU : AM188ES (AMD16Bit Processor) SRAM : 512KB ROM : 128KB	신호의 입출력 및 저장 시리얼 및 UART 통신 제어
Digital Input/Output	INPUT : 32 point (DC 5~30V 접점신호) OUTPUT : 8 point (DC 12V 접점출력)	디지털 센서로부터의 신호전달
Analog Board	INPUT : 4~20mA (DC 12V) 입력수 : 8 point	아날로그 센서로부터의 신호 전달
CDMA Module	CDMA protocol 사용	CDMA 통신을 위한 별도 Module
온습도계	측정온도 : -40 ~ 60 ℃ 습도의 정밀도@20 ℃ : ±1% (factory reference)	조가선 주위 온도 및 습도 측정
변위계	측정범위 : 200~2000 mm Resolution : 1~3 mm 측정정밀도 : 2%	Tensioning Weight의 변위 측정
풍향계	측정범위 : 0~100m/s(224mph) 측정정밀도 : ±0.3m/s(0.6mph) or 1% of reading	조가선 주위 풍향 측정
IN/OUT Signal Isolator	입력전압 : -75~75VDC 입력전류 : 30mADC 출력전압 : 12VDC 출력전류 : 30mADC 정밀도 : 0.2%	DC 전압 → DC 전류 또는 DC 전류 → DC 전압

2.2 조가선 모니터링 장치의 기능

그림 2의 조가선 모니터링 장치는 편리한 데이터의 로깅기능을 위한 몇 가지 부가기능을 가지고 있으며 이러한 기능을 본 절에서 다루고자 한다.

2.2.1 데이터 로깅기능

센서로부터 측정된 데이터를 저장하는 일반 로깅기능 이외에 특정 이벤트 발생시마다 기록할 수 있는 기능을 제공하며, 데이터의 저장 기능이 부족할 경우 FIFO(First input First output)의 형태로 오래된 데이터부터 삭제하여 지정된 메모리 공간을 활용할 수 있다. 이러한 자료는 전원이 차단되어도 지워지지 않는 특징을 갖는다. 또한, STANDBY 기능을 통하여 대기시 기본 동작부 이외의 불필요한 회로에 공급되는 전원을 차단하여 소비전력을 최소화 할 수 있는 장점이 있다.

2.2.2 자료전송 기능

감시국 컴퓨터에서 사용자가 원하는 데이터를 관측국 장치에 요청 할 경우 3가지 방법으로 자료를 사용자에게 전송할 수 있다. 일반 전송기능으로써 사용자가 일괄 또는 개별 호출에 의하여 기동되어 폴링(POLLING) 방법에 의해 자료를 전송할 수 있다. 또한, 사용자가 데이터 전송에 대한 명령 신호를 보내지 않았어도 관측국 장치의 조작 또는 전원 이상 등의 이벤트 상태에 따라 자동으로 기동되어 관측국의 상태 정보를 전송하는 이벤트(EVENT) 전송 기능이 있으며, 측정 센서에 특정 이벤트가 발생할 경우 기록된 자료를 전송하는 히스토리컬(HISTORYCAL) 자료 전송 기능을 포함하고 있다.

2.2.3 자체진단 및 감시기능

Watch-Dog Timer에 의해 자체의 동작 상태를 확인하고, 프로그램 이상으로 정상 작동이 어려울 때 자동복구(리셋) 기능을 갖는다. 또한, 관측국의 측정 데이터 혹은 기능에 이상이 발생 하였다고 판단 될 경우 유저가 직접 감시국의 PC를 이용하여 관측국의 해당 명령어로 리셋 할 수 있는 기능을 지원한다.

2.2.4 파라미터 설정기능

관측국 작동에 필요한 각 파라미터는 자체 Keypad를 이용하거나 원격으로 설정 변경이 가능하며, 이렇게 한번 저장된 파라미터는 관측국의 전원 OFF시에도 보관된다.

2.2.5 원격/자체 점검기능

관측국의 동작상태 및 외부 센서등의 이상 유무를 점검하기 위한 기능으로서 각 센서의 입력신호점검, 데이터의 전송 및 수신상태, CDMA 모듈의 동작상태, RTU의 동작상태, RTC(Real Time Clock)의 Time-Event 발생 점검, 각 포트의 상태점검, 메모리 점검, Key Pad 및 LCD 동작점검, 측정 장비의 내부온도 점검 등 대부분의 동작에 대한 점검 상태의 표시가 데이터 취득, 전송 등의 수동 조작에 의해서 확인이 가능하다.

2.3 CDMA 통신 장치를 통한 Data Login

조가선 모니터링 장치의 원거리 통신 방법은 CDMA 프로토콜을 기반으로 하고 있다. 본 절에서는 감시국 PC의 윈도우 운영체제 기본 통신 프로그램인 하이퍼 터미널을 이용하여 명령을 호출하고 데이터를 받는 등의 관측국을 제어하는 방법에 대해서 간단히 다루도록 한다.

2.3.1 CDMA ⇔ RTU 프로토콜

윈도우 프로그램인 하이퍼 터미널 서버와 CDMA의 통신속도는 115200BPS로 정하고, 데이터 코드는 바이너리 코드를 사용하였으며 각 항목의 내용은 1바이트(0~255)로 하여 정의하였다. 원격호출제어장치의 시리얼 데이터 송수신을 위한 start부분을 의미하는 STX 를 '['로 정의하고, 데이터의 end부분을 의미하는 ETX를 ']'로 정의 하였다. 관측국과 감시국의 CDMA 모듈을 통한 통신 연결에 성공하면 아래와 같은 화면이 하이퍼 터미널의 창에 나타나게 된다.

COMMAND	응답
ATZ	OK
AT+CRM=129	OK
ATDT[전화번호]	CONNECT

이때 컴퓨터의 엔터키를 누르면 아래의 관측국 연결 초기 연결화면이 나타난다.

```
*****
***** 한국 철도 기술 연구원 철도 TMS 시스템 *****
*****
**                                     **
**                                     **
**=====**
** TX Message                        Description **
**-----**
** [RA]                             현재 DATA 호출 **
** [DA200601010000-200612312359] 온도 저장정보 **
** [DB200601010000-200612312359] 습도 저장정보 **
** [DC200601010000-200612312359] 변위 저장정보 **
**=====**
** Symbol                            Description **
**-----**
** [                                데이터 시작 **
** DA, DB, DC                       데이터 타입 **
** 200601010000                     검색 시작일[년월일시분]**
** -                                 구분 기호 **
** 200612312359                     검색 끝 일[년월일시분]**
** ]                                데이터 끝 **
*****
*****
```

2.3.1 데이터 호출

상기의 초기화면에서와 같이 각 데이터 호출 명령에 대한 출력결과를 표 2와 같이 정리하였다. 표 2에서와 같이 데이터 호출 명령인 '[RA]', '[DA]', '[DB]' 등 유저가 미리정한 명령어에 의한 결과를 하이퍼터미널 화면에 표시 할 수 있다. 화면표시의 결과는 좌측부터 column, 날짜, 시간, 데이터의 순으로 표시되고 이는 엑셀 슈트로 변환되어 차트의 형태로 쉽게 정리 될 수 있다.

표 2 데이터 호출 명령어에 따른 결과

항목	명령어	화면 표시 결과	비고
현재 DATA 호출 방법	[RA]	[2006-12-13 12:40 : 021.92] [2006-12-13 12:40 : 031.10] [2006-12-13 12:40 : 1346.01]	
온도 DATA 호출 방법 예 : [DA년월일시분 -년월일시분]	[DA200601010000 -200612312359]	00000 2006-12-13 12:40 : 021.92 00001 2006-12-13 12:00 : 022.50	
습도 DATA 호출 방법 예 : [DB년월일시분 -년월일시분]	[DB200601010000 -200612312359]	00000 2006-12-13 12:40 : 030.00 00001 2006-12-13 12:00 : 031.00	
변위 DATA 호출 방법 예 : [DC년월일시분 -년월일시분]	[DB200601010000 -200612312359]	00000 2006-12-13 12:40 : 0210.50 00001 2006-12-13 12:00 : 0210.50	

3. 결론

본 논문에서는 원거리에서 실시간으로 데이터를 취득함으로써 조가선의 상태를 확일 할 수 있도록 하는 장치에 대해 다루었다. 윈도우즈기반의 기본 프로그램인 하이퍼 터미널을 이용하여 간단한

명령어를 입력함으로써 관측국에서의 데이터를 감시국에 실시간으로 다운로드 됨을 확인할 수 있었다. 원거리 통신을 위해 CDMA 모듈과 관련 프로토콜을 사용하였으며, 원격의 감시국 컴퓨터에서 CDMA 모듈만 있으면 간단히 관측국의 데이터를 쉽게 확인할 수 있었다. 또한, 이러한 장치는 센서의 입력 보드를 별도로 사용함으로써 별도의 하드웨어 혹은 사용자가 측정을 원하는 센서를 추가할 수 있는 확장성을 가졌으며, Stand alone 방식을 채택하여 레일주변의 진동조건, 온도조건 그리고 EMC조건 등에서 좋은 신뢰성을 확보할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] “강심동연 조가선 성능평가 및 표준 규격안 작성”, 2006~2007.
- [2] 한국철도기술연구원, “해빙 시스템용 서리감지기 개발 및 성능평가”, 2005.
- [3] 황중규, “열차 제어시스템과 SCADA 장치간 네트워크 기반 데이터 전송 프로토콜의 성능분석”, *Trans KIEE, Vol.55B, No.9, SEP, 2006.*