

# CDMA를 이용한 무선인터넷기반의 터널 원격 계측

신현식 · 강경태 · 강창훈 · 길동욱 · 윤형득

여수대학교 대학원 전자통신공학과

A Study Tunnel telemetering with wireless internet make use of CDMA for a basis

Hyun-sik Shin · Kyeng-Tae Kang · Chang-hun Kang · Dong-Uk Gil

Department of Electronic Communication Engineering, Yosu National University

E-mail : shinhs@info.yosu.ac.kr

## 요 약

본 연구는 CDMA를 적극 활용하여 계측기능을 자동적으로 장기간에 걸쳐 수행할 수 있도록 하였으며, 데이터베이스에 저장된 데이터들은 GUI 방식의 웹브라우저 기반의 소프트웨어에 의해 구조물의 안전도를 텍스트 또는 그래픽으로 도식하여 관리자가 보다 정확하고 편리하게 구조물의 안전도를 측정하고 감시할 수 있도록 무선 인터넷을 이용한 구조물 원격 관리 시스템을 연구하였다.

## ABSTRACT

Present CDMA technology is development continuously to internet technology and new communication infra called internet construction for quality of high quality offer the changing existent existence · wireless data communication area.

In the meantime, our country is tunnel of whole country over 500 by special quality that is photograph because Safety diagnosis consists to manage preservation administration is in dangerous state about safety. Domestic telemeter technology is real condition that is depending on expensive foreign goods and engineer to improve that.

Therefore tunnel preservation · administration more improved telemeter system develop wish to this research uses CDMA net.

## 키 워 드

CDMA, 원격계측시스템, Sensor, MySQL

## 1. 서 론

최근 이동통신 단말기(휴대폰, PDA 등)를 이용하여 사용자는 언제든 인터넷에 접속할 수 있고 네트워크의 접속을 유지하면서 원하는 장소로 자유롭게 이동할 수 있게 되었다.

지금 현재의 CDMA(Code Division Multiple Access)를 기반으로 한 무선인터넷은 텍스트, 음악, 사진, 저용량의 동영상 전송이 충분히 가능하며, 그 신뢰성 또한 높다. 그러나 현재 우리나라는 CDMA를 기반으로 한 무선인터넷을 이용하여 개개인에게 음악, 벨소리, 배경화면 등의 그림, 그리고 문자메시지 등의 개개인에 대한 서비스 위주의 콘텐츠만을 주로 제공하고 있는 실정이며, 원격계측과 같은 산업적인 분야에서는 이를 전송 수단으로 하는 경우가 많지 않으며, 기존에 있는 원격 계측 기술들은 단순히 통신망에 연결, 데이터베이스에 계측 데이터를 전송하거나, 저장하는데 지나지 않고 있다.<sup>(1)(2)</sup>

본 연구는 최근에 정보통신부분에서 각광 받고 있는 무선인터넷 통신인프라를 적극 활용하여 정해진 시간에 각각의 센서 시스템에서 길이 및 기울기의 변형을 감지하여 습득한 데이터를 제어 콘트롤러에서 저장하거나, 전송하고 무선인터넷에 접속하여 실시간에 원격지의 데이터 서버로 전송하여 저장함으로써 계측기능을 자동적으로 장기간에 걸쳐 수행할 수 있도록 하였으며, 데이터베이스에 저장된 데이터들은 GUI 방식의 웹브라우저 기반의 소프트웨어에 의해 구조물의 안전도를 텍스트 또는 그래픽으로 도식하여 관리자가 보다 정확하고 편리하게 구조물의 안전도를 측정하고 감시할 수 있도록 무선 인터넷을 이용한 구조물 원격 관리 시스템을 연구하였다.

## II. 무선인터넷을 이용한 원격계측 시스템

### 1. 원격계측 시스템의 현황

원격계측시스템은 주로 구조물의 유지관리 목적에서 원격에서 구조물의 변형을 지속적으로 계측하고자 하는데 그 목적이 있다. 원격계측을 수행하기 위해서는 특정 구조물의 변형을 계측하는데 적합한 센서시스템과 원격지로 전송하기 위한 전송방법이 무엇보다 중요하다.<sup>(3)(4)</sup>

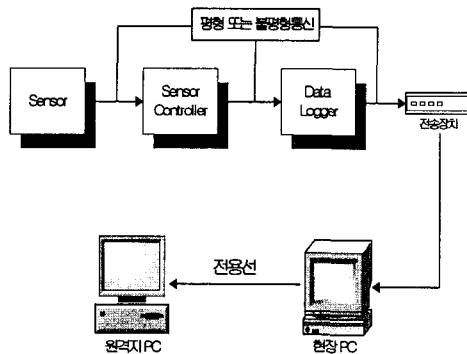


그림 1. 원격계측 시스템  
Fig. 1 The block diagram of telemetering system.

위의 그림 1은 일반적인 원격계측시스템에 대한 블록도로서 센서에서 계측된 데이터들은 주로 평형·불평형 방식을 이용하여 센서 컨트롤러 또는 Data Logger로 전송되며, 원격 계측을 위해서는 데이터로거로부터 데이터를 전송기 위하여 부가적인 통신하드웨어와 고가의 전송선로를 현장 PC까지 시설하며, 다시 현장PC로부터 원격지까지 전용선을 이용하는 불편이 있었다. 전용선을 이용함으로써 원격지와 계측지와의 통신은 안정적일 수 있으나 전용선의 시설 및 유지 관리에 대한 경제적인 부담이 크다. 현재 일반적인 원격계측시스템에서 센서는 대부분 수입에 의존하며 그 센서 또한 진동 및 온도에 취약한 단점을 가지고 있어 구조물의 유지 관리는 힘들다.

### 2. 무선인터넷을 이용한 원격계측 시스템

우리나라는 무선인터넷을 1999년 말에 처음 서비스하였으나 인식부족과 함께 느린 전송속도로 인하여 크게 호응을 얻지 못하였으며 IS95-C가 본격적으로 서비스된 2000년 하반기부터 활성화 되고 있다. 차후 IMT-2000의 상용화에 따른 고속화·고용량화의 무선인터넷이 서비스되며, 유선인터넷에 버금가는 통신수단으로 발달할 것이다.<sup>(5)(6)</sup>

일반적인 원격계측시스템은 전송수단에 대한 부가적인 장치와 전용선 시설에 대한 비용이 증대 될 뿐만 아니라 망의 유지관리에 대한 부분도 고려하여야 된다. 또한 센서의 경우 대부분 수입에 의존하며 액체센서로 진동에 취약하여 터널의

유지관리시스템에 적용하기 힘들며 전송 거리의 증가 시 신호 왜곡 현상이 발생하고 노이즈(Noise) 간섭에도 취약하다.

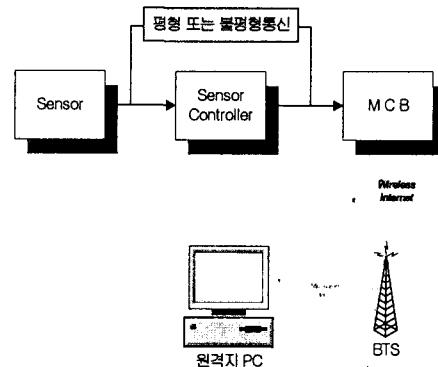


그림 2. 원격계측 시스템과 무선인터넷 사용  
Fig. 2 The telemetering system with wireless internet make use.

그림 2와 같은 구조의 고속화·고용량화 되고 있는 무선 인터넷을 이용한 원격계측시스템은 일반적인 원격계측 시스템의 센서컨트롤러에서 데이터로거 까지 전송방식은 같으나, 데이터로거기능과 전송기능을 포함한 MCB(Main Control Box)를 제작함으로써 따로 전송장치를 설치할 필요가 없으며 바로 CDMA를 이용한 무선인터넷망을 이용하여 원격지에 데이터를 전송하게 된다. 망에 대한 관리가 필요 없으며 사용요금 또한 경제적이다.

## III. CDMA망을 이용한 원격계측 시스템의 개발

### 1. 시스템의 개요

이 시스템은 크게 H/W부분과 S/W부분으로 구성되며, 그 중 H/W는 센서부, 제어부로 나누어진다.<sup>(7)(8)</sup>

첫 번째로 센서부는 소형 CPU(8bit)와 구조물 변형 검출센서의 인터페이스 회로, 길이변형, 각도변형, 온도센서로 이루어진 센서 시스템, 제어회로와의 실시간 데이터전송을 위한 인터페이스 회로로 구성된다. 두 번째로 주 제어회로부는 16bit 마이크로프로세서로 이루어 졌으며, 센서 제어 컨트롤러와 데이터전송을 위한 인터페이스회로, 실시간으로 원격지에 설치된 데이터서버와 주 제어회로부와 연결하는 CDMA 단말기로 구성된다.<sup>(9)(10)</sup>

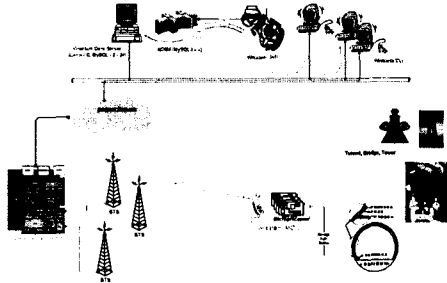


그림 3. 무선인터넷을 이용한 원격계측시스템  
Fig. 3 The Block diagram of telemeter system use of wireless internet.

1. 센서부의 구성 및 개요

센서부는 크게 센서제어부와 길이, 각도, 온도 센서 그리고 데이터전송을 위한 인터페이스 회로로 구성되며, 역할은 각 센서에서 수집한 정보 즉 데이터를 읽어 들이고 그 데이터를 주제어부로 전송하는 것이다.

센서제어부는 그림4 와 같이 Microchip사의 8bit CPU인 PIC16F84에 의해 제어되며, 8MHz의 크리스탈 발진 회로에 의해 동작된다.

내부의 왓치도그(Watchdog)기능에 의해 정해진 시간내에 동작프로그램이 종료되지 않으면, 리셋되어 CPU가 비정상적으로 동작하여 정지(Halt)되는 현상을 방지 할 수 있다. 다른 센서제어부와 주제어부와의 통신은 RS-485에 의해 이루어지며 전원의 공급은 DC12V의 입력에 의한 레귤레이터에서의 DC 5V, 5VAvcc가 발생하게 된다.

5VAvcc는 ADC에 공급되며 각도 센서에는 Ring 발진회로에 의해 발생된 펄스가 Flip-Flop을 통과 하면서 서로 반전된 2개의 펄스파가 입력된다.

나머지 CPU, 온도센서, RS-485구동용 칩, MUX, Amp 등은 DC5V가 공급되며 총 전류는 10 - 20 mA로서 매우 적은 전류를 소모한다.

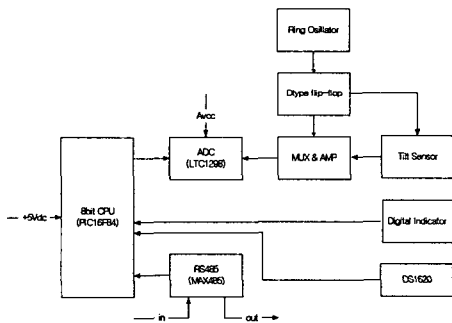


그림 4. 센서부 블록다이어그램  
Fig. 4 Block diagram of sensor system part

2. 소프트웨어 설계

가. 서버 시스템의 구성

시스템은 인터넷 웹서비스를 담당하는 웹서버와 관리자를 위한 전용서버로 구별된다. 사용자의 요구에 따라 웹서버와 전용서버는 하나의 네트워크로 구성될 수 있으며, 따로 구분되어 구성될 수도 있다. 본 연구에서는 다음과 같은 점을 고려하여 소프트웨어의 개발방법과 적용기술을 선택하였다.

- ① 운영체제 : 일반인들이 많이 사용하는 Windows98 또는 Windows2000을 채택하여, 결과물의 취급, 보존 및 사용자가 거래하는 다른 소프트웨어와의 호환성을 고려하였다.
- ② 데이터베이스 : 대용량보다는 중규모 정도의 자료 취급 기능과 시스템 가격에 수반되는 라이선스 비용 등을 고려하여 MySQL 3.x.x를 채택하여 무료배포가 가능토록 하였다.
- ③ 소프트웨어 개발툴 : Visual Basic 6.0. GUI 작성이 용이하고 사용자의 요구사항에 민첩하게 대응할 수 있다. 메뉴구성은 VB이 제공하는 개발방법에 따라 구현하고, 액셀 기능, 그래프 기능은 상용화되어 있는 OXC콘트롤에 의해 구현하였다.
- ④ 소프트웨어기능별 구현 방법 분석
  - 관리 기능 및 자료 처리 : 센서의 관리기능, 통신상태, 호출기능, 자료의 수동 입력 및 관리 기능, 계산식의 입력 및 처리, 데이터 백업, 그래프 출력, 출력양식 지정 등
  - 3차원적 분석기능 : 주어진 소프트웨어 최소기능 기준에 따라 터널 및 구조물의 3차원 분석이 이루어져야 하나 3차원의 이미지 회전 또는 변형보다는 평면벡터해석과 단면도 벡터해석, 수평면 변형해석 등이 위주로 구현된다.
- ⑤ 웹 서비스를 위한 구현 방법 : 구매자의 서버 구현 및 네트워크 구성상의 문제로 인해 구조물의 능동적 관리방식보다는 결과 및 안전기준에 의한 관리방식을 선호하는 경우에 적용되며, 웹서비스에서는 관리대상의 구조물의 항목별 그래프출력기능을 위주로 구현되며, 별도의 수치해석을 위한 데이터베이스 자료 다운로드 기능도 아울러 제공된다.

나. 데이터 서버 시스템의 구조 및 설계

서버로는 Intel Pentium-III의 Windows98 OS를 운영시스템으로 하였으며, 이전의 MS-SQL 데이터베이스는 고가이기 때문에 저렴한 MySQL 데이터베이스를 설치하였다. 운영 S/W는 ASP 프로 그래밍 및 ActiveX 기술을 이용하여 기본적인 화면 구성에 의한 웹기반의 서버프로그램을 제작하였다.

1) 데이터 서버 시스템  
 서버의 사양은 Windows 98 기반에 웹서비스를 위하여 Microsoft IIS 4.0 서버를 설치하였으며, 데이터베이스로는 MySQL 3.23.xx 버전을 설치하였다.

표 1. 시스템 권장 사양  
 Table.1 The establishment indispensable condition for server

구 성 항 목	설 치 사 양
CPU	Intel Pentium-III
Memory	256Mb
OS	Windows98 Server
Web service server	Microsoft IIS 4.0
Database Server	Mysql 3.23.xx

시스템 권장 사양과 트랜잭션을 감안하여 Table. 1과 같이 구성하였다. MySQL 데이터베이스를 구성하여 계측된 데이터를 관리함으로써 보다 저가이면서 동시에 안정성을 보장할 수 있다.

IV. 시험계측 및 결과

1. 시험계측

원격감시시스템(H/W부분)과 운영시스템(S/W부분)을 통합하여 전체 계측시스템의 정확성, 내구성 및 안정성을 검증하기 위하여 시험계측을 실시하였다. 시험계측 대상 구조물은 도로터널로서 터널의 천단을 따라 센서시스템을 설치하여 터널 단면의 변화를 계측하였다.

가. 터널의 단면변화 측정 원리

본 시스템에서 센서시스템을 터널의 라이닝을 따라서 연장 설치하여 각 센서시스템의 설치점의 변화를 통하여 터널의 단면변화를 알 수 있다. 센서시스템의 연장 구성도와 터널 설치구성은 각각 그림 5와 그림 6과 같다.

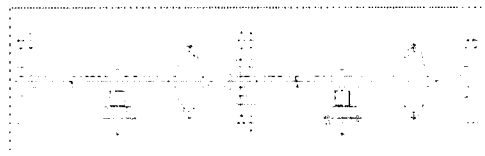


그림 5. 센서시스템의 연장 구성도  
 Fig.5 The sensor system extension composition set

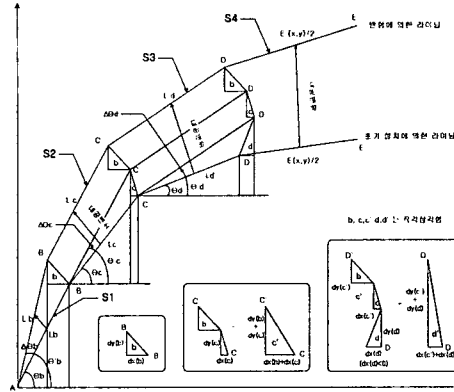


그림 6. 터널설치구성  
 Fig. 6 Measurement theory of lining transformation Positively coordinate process

2. 시험계측 결과

연구목표에 따라 시험계측을 수행하기 위한 시스템을 구현하여 제작하였으며, 시스템 개발 및 운용에 관한 결과를 몇 가지로 요약하면 다음과 같다.

- ① 센서의 설계 시 길이변형 및 각도변화를 하여 센서설치상의 용이함을 최대한 적용하여 터널내부에서의 작업시간을 단축할 수 있도록 고려하여 설계하였다.
- ② 터널센서들의 오동작으로 인해 시스템 전체에 대한 계측이 불가능했거나, 지연시간이 장시간 발생되어 실시간 계측이 불가능했던 부분을 개선하여, 센서의 오동작 상태를 처리하고, 다른 센서에 영향을 주지 않고 계측할 수 있도록 각각의 센서제어기를 설계하고, 주제어기의 대용량 플래시메모리를 채택하여 장기간 독립적인 계측이 가능토록 설계하였다.
- ③ 주 제어기에서 CDMA무선모뎀을 채택하여, 데이터의 송신은 물론, 서버로부터 직접 제어를 수행할 수 있으며, 양방향 통신 및 제어기능을 제공할 수 있으므로 원격지에서 시스템 관리가 용이토록 하였다.

V. 결 론

원격계측을 효과적으로 수행하기 위해서는 공간적으로 멀리 위치한 곳으로부터 계측된 데이터를 관리하여야 하며, 이를 위해서는 적절한 형태의 통신망을 이용하여 관리되는 것이 일반적이다. 본 연구에서는 CDMA 무선 인터넷 기술을 원격 계측분야에 접목시켰으며, 기존의 제품의 한계인 계측기술과 통신기술이 효과적으로 결합되지 못한 문제점을 극복하고자 센서시스템에서부터 운

용S/W로 일관된 시스템 설계기술로 구현하였다. 또한, 각 부문은 센서회로 설계기술, CDMA를 통한 무선인터넷 전송기술 등은 각각 다른 분야에 응용기술로서 이용가능 하도록 설계하였으며, 다소 미비한 성능에 대해서는 개선 및 보완이 요구된다.

#### 참고문헌

- [1] 신정환 저, 1998, C가 미는 로봇Ⅲ, Ohm사, pp. 6~12.
- [2] 이희문 저, 2002, PIC16F84의 기초 +  $\alpha$ , 성안당, pp. 15~21.
- [3] 임채성, 전승철외 2인 저, 1996, 안녕하세요 터보C, 정보문화사.
- [4] KMK정보산업연구원 편저, 1999, SQL Server7, 삼각형프레스, pp. 77~85.
- [5] Randy jay yarger, George reese, Tim King, 1999, MySQL & mSQL, 한빛미디어, pp. 30~53.
- [6] 이상근, 방효창 저, 2000, CDMA무선기술, 도서출판 세화.
- [7] 양동준 저, 2001, 알기쉬운 CDMA 단말기 구조, 신화전산기획.
- [8] 문일보저, 1999, Visual Basic6 Programming Bible, 정보문화사.
- [9] 김기성 저, 2000, Microsoft Visual Basic Database Programming, 삼양출판사.
- [10] 강대원 저, 2000, Wireless Internet에 대한 보고서, Daeyu Regent Research, pp. 3~22.