



A Bridge Management System based on Dynamic Digital Measurement

Jun-Tai Jeon¹, Su-Chul Hwang²

¹Department of Civil & Environmental Engineering, Inha Technical College

²Department of Computer Systems & Engineering, Inha Technical College

ABSTRACT

The goal of bridge management system is to manage and maintain a bridge effectively by recording and analyzing the amount of displacement, abnormal signal and repair of bridge etc. The point of this system is to measure the state of bridge structure. Namely it needs exactly to collect and analysis data from the bridge. In this paper we design a dynamic digital measuring device that could know the state of bridge structure precisely and build a prototype system that could monitor the bridge structure so as to raise a safety of it using this device. In order to solve these, we develop a measurement device that is strong against noise and show that our device is superior when is compared and evaluated with the conventional one for its performance. And we implement the system of client/sever style which could manage and maintain the bridge to apply it in a site operation.

© 2014 KKITS All rights reserved

KEYWORDS : Bridge Management Systems, Digital Measurement Devices, Local Modules, Signal Conditioner Amps, Low Pass Filtering, Client/Sever

ARTICLE INFO: Received 30 July 2014, Revised 18 August 2014, Accepted 18 August 2014.

1. 서론

오늘날 IT 융합 기술은 자동차, 조선, 의료, 건설

분야 등 다양한 산업과 접목되어 새로운 혁신의 장을 만들고 있다[1][2]. 본 연구에서는 이러한 분야 중 토목 분야의 교량관리시스템에 관심을 갖고서 IT기술을 접목하고자 한다.

*Corresponding author is with the Department of Computer Systems & Engineering, Inha Technical College, 100 Inha-ro Nam-gu Incheon, 402-752, KOREA.
E-mail address: schwang@inhac.ac.kr

과거 성수대교 붕괴, 서해대교 시공 중 파손, 태풍으로 인한 타워 크레인 전도 등으로 구조물 안전에 대한 인식과 구조물 안전 관리에 대한 법령

을 제정[3]하는 등의 구조물 유지 관리에 대한 관심이 매우 높아졌다. 그러나 아직 구조물의 유지 관리는 정확한 데이터 분석 없이 그 동안의 경험에만 의지하고 있는 실정이다. 구조물 유지 관리에서 핵심이 되는 사항은 구조물 현 상태의 파악이다[4]. 이는 정밀한 계측 시스템을 통한 데이터 분석만으로 가능하다. 구조물 관리 시스템이 개발[5]된바 있으나 구조물 상태 계측과 연계되어 있지 않아 구조물 안전 관리 측면에서는 미흡하다 할 수 있다. 또한 현장 실험과 같이 측정 센서와 계측기 사이의 거리가 멀어질수록 계측 데이터의 부정확성은 증가된다. 센서와 계측기 사이를 연결하는 케이블 길이가 50m 이상이 되는 경우 기존의 일반적인 동적 계측 장비로는 데이터 취득이 거의 불가능한 실정이다. 이는 기존의 계측기들이 센서와 계측기 사이의 데이터 전송을 아날로그 방식으로 함으로써 잡파가 유입되어 노이즈가 발생하기 때문이다.

이에 본 논문에서는 정밀하게 구조물의 상태를 측정할 수 있는 동적 디지털 계측기를 고안하고 이를 활용하는 프로토타입의 교량관리시스템을 만들어 구조물 안전성을 확보하고 유지 관리의 효율을 높이고자 한다. 이를 위해서 제작된 계측기의 성능을 평가하고 응용 시스템 프레임워크를 구축하여 현장에서 활용할 수 있도록 하였다.

2. 배경 지식

2.1 교량관리시스템

교량관리시스템(Bridge Management System, BMS)[6]은 교량을 사용하면서 교량구조물이 제 기능을 발휘하도록 유지관리를 목적으로 하는 것으로, 교량에 가해지는 충격량, 이상발생 신호 및 보수 이력 등을 기록, 정리, 분석하여 효율적이고 경

제적인 교량 유지관리가 가능하도록 한다. <그림 1>은 이러한 기능을 수행하는 BMS의 일반적인 구성도를 보인 것이다. 기존 동적 계측장비에서 가장 문제시 되는 것은 데이터의 잡음으로 이는 센서에서 장비까지 아날로그로 데이터를 전송하는 과정에서 주변의 전기 신호와 혼합이 되거나 전송 케이블이 길게 늘어지기 때문이다.

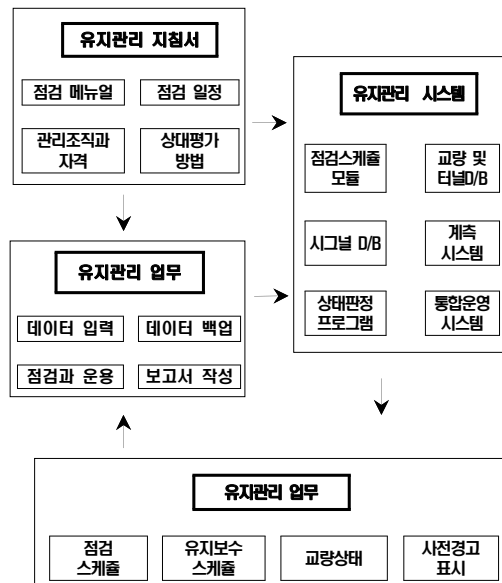


그림 1. 교량관리시스템 구성도
Figure 1. Structure of bridge management systems

2.2 동적 디지털 계측기

국내의 경우 최근까지 사용된 동적 계측기는[7] 장거리 계측이 불가능하여 토목 구조용에는 적합하지 않은 아날로그 방식이며, 일부 디지털 방식 계측기의 경우 시리얼 통신과 같은 저속 통신을 사용하여 빠른 데이터 전송이 필요한 구조물 계측에는 적합하지 않고 본체에 연결할 수 있는 모듈의 개수가 적어 다수의 센서 계측에는 어려움이 있다.

아날로그 방식의 교량 유지관리 시스템은 계측 데이터를 기반으로 하여 교량의 현 상태를 파악할 수 있는 계측 시스템과는 별도로 운영되어 교량 상태 파악에 어려움이 있다. 국도상의 일부 교량에 대해서 시범적으로 운용되고 있는 교량 관리 시스템은 구조물의 관리에 중점을 두어 교량 유지 및 관리에 가장 중요하다고 할 수 있는 교량의 현 상태 파악이 미흡한 실정이다.

3. 동적 디지털 계측 기반의 교량관리 시스템

본 논문에서는 측정 장소로부터 습득한 원본 데이터의 왜곡 없이 원거리 전송이 가능한 동적 디지털 계측기를 개발하여 성능 평가를 하였다. 그리고 이 장비를 이용해 수신된 데이터를 활용하여 교량의 효율적인 유지관리가 가능하도록 하는 교량 관리 및 유지시스템 프레임워크를 구현하였다.

3.1 동적 디지털 계측 시스템

3.1.1 계측 시스템 구성

계측 시스템은 실내 검사 및 현장 검사에서 가장 중요한 역할을 담당하는 장비로 계측의 정밀도는 교량의 상태를 정확성을 진단하는데 매우 중요한 요소이다. 그러나 현장이나 실험실에서 구조물의 동적 검사를 할 경우 데이터 취득 시에 계측 데이터의 부정확성이 발생하는 문제점이 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해서 <그림 2>와 같이 계측 장비와 센서와의 연결을 간소화 하면서 고속 디지털 데이터 전송 방식을 사용하는 디지털 계측 시스템을 제작하였다.

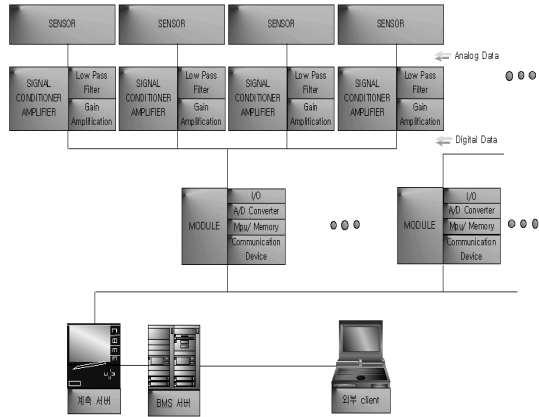


그림 2. 동적 디지털 계측 시스템 개념도
Figure 2. Concept for Dynamic Digital Measuring System

디지털 데이터 전송의 경우 전송 케이블 길이 및 주변 상황의 영향을 거의 받지 않으므로 원본 데이터를 왜곡 없이 원거리 전송이 가능하다. 센서로부터 아날로그 데이터를 취득하고 아날로그 데이터를 디지털로 변환시킬 모듈을 각각의 센서에 설치하고 이 모듈에서 나오는 디지털 데이터를 본체까지 전송한다면 노이즈 문제는 최소화 할 수 있다. 그리고 디지털 연결의 경우 하나의 선에 여러 개의 장치 접속이 가능하므로 <그림 3>과 같이 다수의 센서를 하나의 선으로 장비에 연결할 수 있다.

아날로그 연결의 경우 노이즈 감소를 위해 각각의 연결점을 납땜과 같은 방법으로 연결해야 하나 디지털 연결의 경우 연결방법의 제약이 거의 없으므로 커넥터를 이용하여 간단히 연결이 가능하다.

아울러 고속 디지털 통신 및 A/D 변환 기술을 적용하여 1개의 데이터 서버에 256개의 로컬모듈(Local Module)을 연결할 수 있고 각각의 모듈에서는 초당 10,000회 이상의 계측이 가능하여 구조물에 순간적으로 발생하는 최대 하중을 감지할 수 있다.

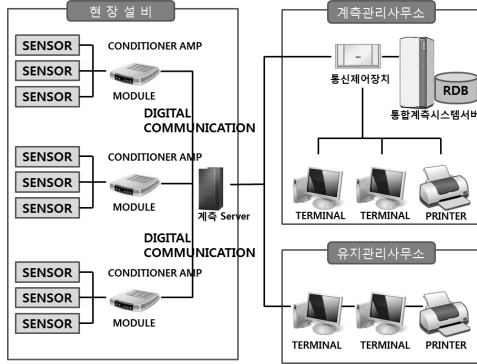


그림 3. 디지털 계측 시스템 구성
Figure 3. Structure of Digital Measuring System

디지털 계측 시스템은 <그림 3>에 보이는 것과 같이 센서, 시그널 컨디셔너 앰프(Signal Conditioner Amp), 로컬모듈(Local Module) 그리고 계측 서버로 구성된다. 센서는 계측된 교량의 각종 물리적 신호를 전기적인 신호로 변환시키는 장치로써 가속도계, 변형률계, 변위계, 경사계, 온도계, 습도계, 하중계 등의 센서들이 사용된다.

<그림 4>는 시그널 컨디셔너 앰프의 간략한 회로 구성도이다. 컨디셔너 앰프는 센서 부근에 설치되어 센서에 필요한 전원을 공급하고 센서에서 나오는 전기적 아날로그 신호를 증폭하여 로컬 모듈로 전송하는 역할을 한다. 센서에서 발생하는 전기적 신호는 매우 미세하므로 센서의 신호를 측정 가능한 대역으로 증폭하고[8] 불필요한 신호를 제거한다. 시그널 컨디셔너는 크게 증폭부와 저주파 통과 필터로 구성된다. 센서의 신호는 아주 미약한 전류, 혹은 전압 형태로 나타나는데 이를 일정 범위까지 증폭시키는 역할을 증폭부에서 하게 된다. 이렇게 증폭된 신호는 다시 데이터 수집 장치에서 발생할 수 있는 앨리어싱(aliasing)[9] 현상을 방지하기 위해 저주파 통과 필터를 통과하게 된다. 데이터 수집 장치에서는 일정 시간 간격으로 신호의 샘플을 캡처하여 이를 디지털 값으로 변환하는데, 이 시간간격 보다 빠른 신호가 들어오게 되면 예상하던

신호와 전혀 다른 신호로 변화 되는 현상을 볼수 있는데 이를 앨리어싱이라고 하며, 이는 저주파 통과 필터를 설치함으로써 감소시킬 수 있다.

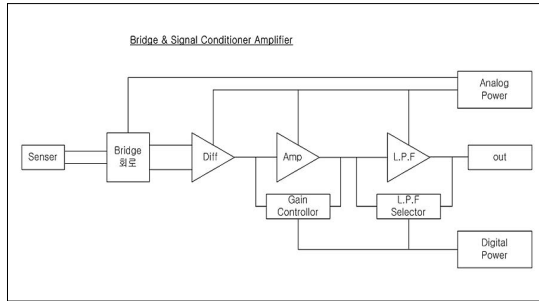


그림 4. Signal Conditioner Amp 구성
Figure 4. Structure of Signal Conditioner Amp

로컬모듈은 시그널 컨디셔너 앰프의 인근에 설치되어 최대 4개까지 연결하여 계측할 수 있다. 로컬 모듈의 주 기능은 아날로그 데이터를 디지털 데이터로 변환시켜 계측 서버로 전송하는 것으로 A/D 컨버터, 디지털 통신 디바이스, 디지털 통신 분기 장치 및 이를 제어하는 제어 디바이스로 구성된다. 로컬모듈은 시그널 컨디셔너 앰프와 별도의 제어 라인을 가지고 있어 시그널 컨디셔너 앰프의 증폭률과, 저주파 통과 필터의 대역을 변경할 수 있다. <그림 5>는 로컬모듈의 부분 회로도 보인 것이다.

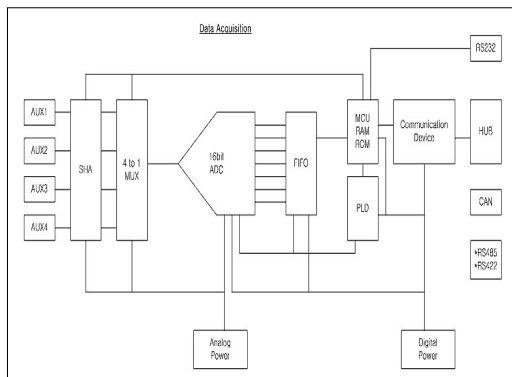


그림 5. 로컬 모듈 구성
Figure 5. Structure of Local Module

<그림 6>은 개발된 계측기의 PCB와 이를 장착한 동적 디지털 계측기 내부와 앞뒤 모습을 보인 것이며, 다음과 같은 주요 기능을 포함한다.

- ▶ 게이지 값을 오차 없이 정밀하게 실시간으로 읽을 수 있는 기능
- ▶ 게이지 값을 디지털 값으로 변환시킬 수 있는 기능
- ▶ 게이지에서 얻은 디지털 값을 메인 시스템으로 전송 할 수 있는 기능
- ▶ 1개의 메인 시스템에 다수(256개 이상)의 로컬 모듈을 연결할 수 있는 기능

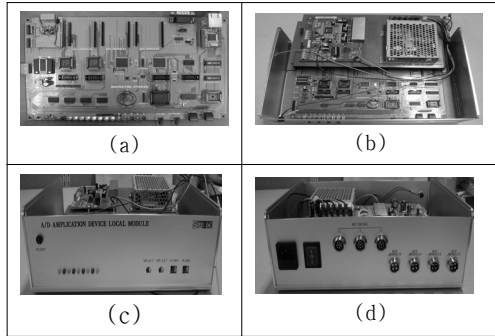


그림 6. 개발된 동적 디지털 계측기
Figure 6. The Developed Dynamic Digital Measurement Device

3.1.2 일반 비교

<표 1>은 장비 구성과 네트워크 데이터 전송 및 장비가격에 대한 아날로그 방식과의 비교로서 본 논문에서 제시한 계측기의 일반적인 특징을 보인 것이다.

아날로그 방식의 경우는 센서를 데이터 수집 장치에 직접 연결하는 방식으로 데이터 전송 길이가 길어져 많은 노이즈가 계측 장치로 유입되어 정확한 데이터 측정을 어렵게 하였다. 그러나 본 연구의 계측기는 센서 바로 옆에 A/D 컨버터를 설치하

여 아날로그 신호 전송 길이를 줄여서 노이즈 유입을 최소화 하였다. 계측서버는 로컬모듈을 제어하고 로컬모듈과 디지털 방식으로 통신한다.

표 1. 계측 시스템 비교
Table 1. Comparison between Analog device and Digital one

구 분	기 존	본 연구
센서-측정 장비 연결	<ul style="list-style-type: none"> • Analog 통신 • 1:1 연결 • 납땜에 의한 연결 	<ul style="list-style-type: none"> • 고속 Digital 통신 • 1:N(다수) 연결 • 커넥터 사용
DATA 전송 NOISE 유입	연결환경에 따라 노이즈 발생	노이즈 거의 없음
측정 소프트웨어	Maker에서 제공	공개S/W (응용 가능)
설치/유지 비용	고가	저가

즉, 계측 데이터를 수신하여 기록 및 저장하고 각각의 모듈의 작동상태를 점검하며, 수신된 센서 변화량을 모니터링 한다. 또한 BMS와 연계하여 사용할 경우 <그림 3>에서 처럼 BMS 서버뿐만 아니라 외부에서도 모니터링이 가능하다. 아울러 1개의 데이터 서버에 256개의 로컬모듈을 연결할 수 있으며, 측정 프로그램이 공개 S/W 이므로 다양한 방식으로 자료를 습득하는 것이 가능하다.

3.1.3 성능 평가

개발된 디지털 계측기의 성능을 테스트하기 위하여 <그림 7>에 보이는 것과 같이 강재에 변형률계를 2개 설치하여 1개는 디지털 계측기에 다른 1개는 기존의 아날로그 방식의 계측기에 연결하고, <그림 8>의 만능시험기를 이용하여 휨에 의해 발생하는 변형률을 동시에 계측하였다. UTM(Universal Testing Machine)으로 하중을 가하는 동안 동일한 강재에 부착한 변형률계에서 발생하는 변형률 값을 서로 비교함으로써 기존의 계측기와 개발된 계측기의 정량적인 분석을 수행하였다.

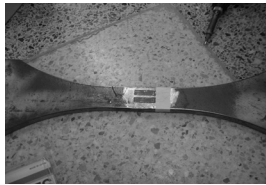


그림 7. 변형률계 설치
Figure 7. Setting of Change Ratio Meter



그림 8. 휨 실험 모습
Figure 8. Aspect of Bend Experiment

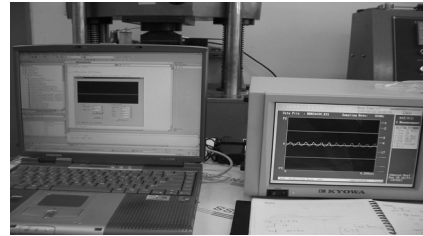


그림 9. 계측기 테스트 화면
Figure 9. Aspect for Measurement Devices

<표 2>는 이러한 성능 실험에 사용한 평가용 파라미터(parameter)이다. 계측기에 수신되는 신호값을 측정하기 위해서 샘플링 비율을 500Hz로 하였으며 로우 패스 필터링(Low Pass Filtering, LFP)과 데이터 케이블 길이를 측정 파라미터로 사용했다.

1차 실험에서는 케이블 길이를 3m로 하여 LFP 방식으로 신호 변화를 측정하였다. 2차 평가에서는 케이블 길이를 1차와 동일하게 3m로 하고 측정환경에 따른 노이즈나 필요하지 않은 주파수를 제거하기 위해서 LFP 값을 100으로 하여 측정하였다. 그리고 3차에서는 현장의 계측조건에 유사하게 길이를 20미터로 하고 LFP를 100으로 하여 장비에 수신되는 아날로그 신호의 변화를 측정하였다.

표 2. 평가 실험 파라미터 설정
Table 2. Parameter Setting for Evaluate

Test Scheme	Test parameters		
	parameter	Develop	Existing
No.1	LPF (Hz)	사용안함	사용안함
	Cable length(m)	3	3
No.2	LPF (Hz)	100	100
	Cable length(m)	3	3
No.3	LPF (Hz)	100	100
	Cable length(m)	20	20

<그림 9>는 이러한 성능 평가를 통해 신호값을 측정하는 화면으로 좌측은 제안한 계측기이며, 우측은 기존 계측기 실험 상태이다.

<그림 10> ~ <그림 12>는 세 차례에 걸쳐 실험한 결과를 제시한 것이다. 가로축은 시간을 세로축은 변형률(strain) 값을 의미하는 것으로 100개의 데이터에 대한 변화를 보인 것이다.

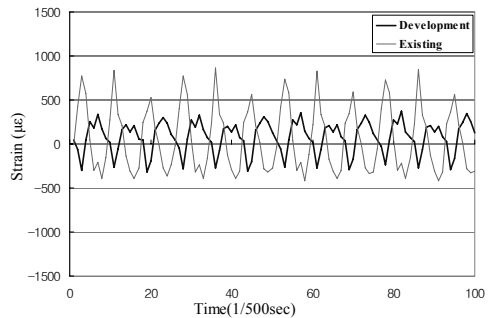


그림 10. Test Scheme No.1: 변형률-시간 히스토리
Figure 10. Test Scheme No.1: Strain-Time history

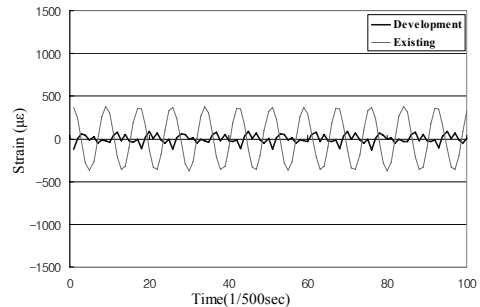


그림 11. Test Scheme No.2: 변형률-시간 히스토리
Figure 11. Test Scheme No.2: Strain-Time history

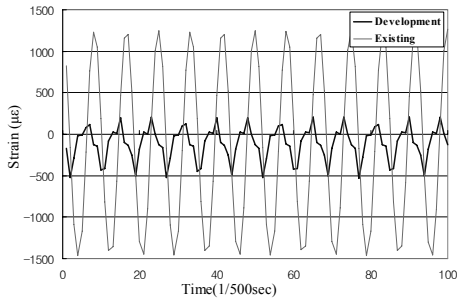


그림 12. Test Scheme No.3: 변형률-시간 히스토리
Figure 12. Test Scheme No.3: Strain-Time history

모든 실험에 대해서 본 연구의 계측기가 진폭이 작게 나타난 것을 확인 할 수 있다. 이것은 본 연구에서 제작한 계측기가 잡음에 영향을 받지 않는다는 것을 의미한다. 특히 케이블의 길이를 20m로 길게 설정하여 수행한 3차 실험에서는 잡음에 의한 영향으로 기존의 장비에서 진폭이 매우 크게 발생하는 현상을 나타내는 반면에 본 연구의 계측기는 기존의 장비의 진폭에 비하여 27% 미만으로 상대적으로 작은 진폭을 나타낸다. 이는 케이블의 길이가 길어짐에 따라서 기존의 장비는 잡음이 증폭되는 반면에 개발된 장비는 케이블의 길이 연장에 따른 잡음의 영향을 상대적으로 덜 받음을 나타낸다.

표 3. 계측기 테스트 결과
Table 3. Result of Measurement Test

Test Scheme	Strain($\mu\epsilon$)		
	Develop	Existing	
Average Amplitude	No. 1	664	1280
	No. 2	218	745
	No. 3	727	2715

<표 3>은 성능 평가 결과를 요약한 것으로서 평균 진폭은 개발 장비에서 발생한 진폭의 크기와 기존장비에서 발생한 진폭의 크기를 100개의 데이터에 대하여 평균한 값을 보인 것이다. 세 경우 모두 평균 진폭이 기본 장비보다 작다는 것은 잡음에 영향을 덜 받아서 계측 데이터가 정확하다는

것을 의미한다. 결국 본 연구의 결과가 기존의 방식보다 우수함을 나타낸다.

3.2 교량관리시스템 구현

<그림 13>은 동적 디지털 계측기 기반의 교량 관리 및 유지 시스템의 구성도이며, <그림 14>는 실제 실행화면을 보인 것이다. 윈도우즈 7 운영체제하에 Visual C++[10]와 MS-SQL[11]을 이용하여 <그림 15>처럼 클라이언트/서버 방식으로 교량 관리 및 유지 프로그램에 대한 프레임워크를 구현하였다.

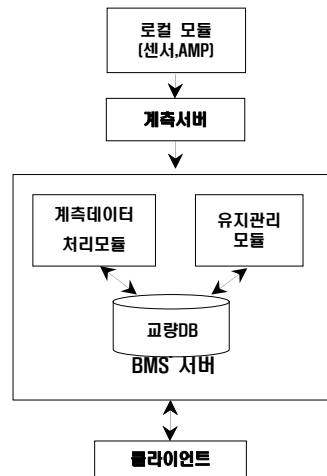


그림 13. 동적 디지털 계측기 기반의 교량관리시스템 구성도
Figure 13. Structure for Bridge Management System based on Dynamic Digital Measurement



그림 14. 동적 디지털 계측기 기반의 교량 관리 및 유지 시스템
Figure 14. Bridge Management and Maintain System based on Dynamic Digital Measurement

로컬 모듈은 현장 구조물 주변에 설치된 센서로부터 들어오는 값을 받아 디지털 신호로 변환하여 계측서버에 전송한다. BMS 서버는 이 값들을 받아서 <표 4>와 같은 주요 기능을 수행하며 <그림 15> ~ <그림 17>은 이러한 기능을 수행하는 주요 화면을 보인 것이다.

<그림 15>는 교량의 상태를 동시에 모니터링하는 클라이언트와 서버 프로그램 실행화면이다.

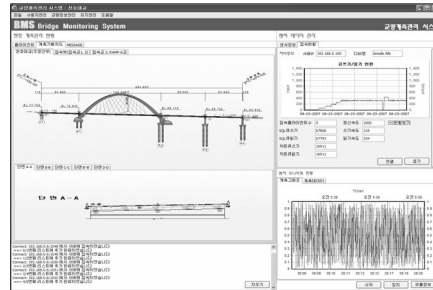


그림 16. 모니터링 화면
Figure 16. Monitoring Screen

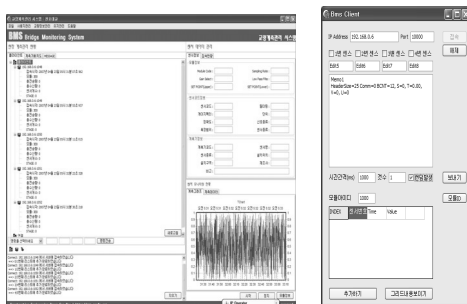


그림 15 BMS 서버(좌측)와 클라이언트 화면(우측)
Figure 15. BMS Server(Left) and Client(Right) Screens

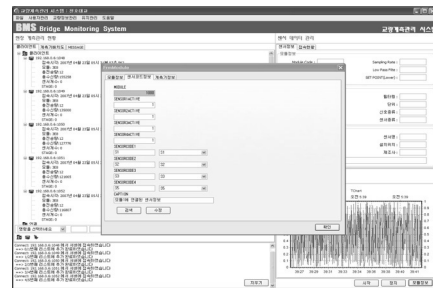


그림 17. 센서 속성 설정 화면
Figure 17. Screen for Setting Sensor Attributes

표 4. BMS의 주요 기능
Table 4. Main Function of BMS

주요 기능	설명
센서 및 계측 데이터 관리	<ul style="list-style-type: none"> 센서의 동작 상태와 현황을 수치나 그래프로 모니터링 각종 모듈의 정상작동에 여부에 대한 메시지를 송출
유지 및 관리	<ul style="list-style-type: none"> 사용자(접속자) 관리 교량 기초 정보 관리 보수 및 점검 관련 정보 관리

<그림 16>은 교량의 실제도면상에 각종 센서와 계측기를 배치하고 이를 클릭함으로써 그 위치에서의 센서 측정결과 값을 그래프와 데이터로 모니터링하는 화면이다. <그림 17>은 정밀한 계측을 수행하도록 모듈에 접속되는 센서의 각종 속성값을 입력시킬 수 있는 화면이다.

4. 결론

본 연구에서는 디지털 동적 계측 시스템을 개발하고 현장 적용성 여부를 검증하기 위해서 기존의 아날로그 방식과 3번에 걸쳐 비교 실험을 하였다. 그 결과 세 차례 모두 본 연구 결과물의 변형률 진폭이 작게 검출되는 것을 확인함으로써 우수함을 보였다. 특히 케이블 길이를 현장과 비슷한 수준으로 했을 때 기본 장비는 변형 진폭에 매우 크게 나타났지만 연구 결과물은 미미한 진폭 변화를 보여 케이블 길이나 주위의 기타 장비의 작동에 상관없이 일정한 데이터를 취득할 수 있음을 확인하였다.

그리고 이러한 신뢰성 있는 계측기를 활용하는 교량 유지 및 관리 시스템을 클라이언트/서버 방식으로 구현하여 교량 구조물의 안전 및 유지관리의 효율을 증대시키고자 하였다.

본 연구의 결과물은 교량뿐만 아니라 터널, 지반 등의 유지관리 등 토목구조물 전반에 대해서 적용이 가능하며, 또한 유무선 네트워크 통신을 사용하므로 원거리에서의 송수신 및 제어가 가능하여 이에 대한 개발 가능성은 매우 커서 구조물 설계 및 시공 유지관리 기술의 향상에 기여 할 수 있으리라 기대된다.

추후 지속적인 연구 개발을 통해 본 시스템의 적용성을 확대하고 사용자 프로그램의 개발을 통해 사용하기 편리한 구조용 동적 계측 시스템을 개발이 요구된다.

References

[1] K. W. Jeong, *Jumping strategy of IT fusion industry*, Korea Information & Communications Society Review, Vol. 28, No. 1, pp. 15-21, 2011.

[2] J. T. Jeon, and S. C. Hwang, *Measure system of concrete hydration heat using temperature sensor mote*, Journal of the Korea Knowledge Information technology Society, Vol. 8, No. 4, 2013.

[3] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, *Special law on the safety management of the facilities*, 2014.

[4] C. Park, J. S. Jung, and D. H. Min, *Safety inspection and maintenance of civil engineering structures*, Dongwha techniques, 2007.

[5] Y. S. Kim, C. H. Lee, H. S. Park, J. H. Hea, and S. Y. Gu, *Korea Expressway corporation introduces scientific inspection structures*, Korea Society of Structural Maintenance Maintenance Engineering , Vol. 75, No. 2, 2012.

[6] J. K. Lee, S. K. Choi, H. J. Lee, and K. Y. Park, *The development of bridge management system*, Review of Korea Geodesy and Geophysics, Vol. 14, No. 1, pp. 59-68,1996.

[7] Dynamic Strainmeter,<http://www.abestins.co.kr>.

[8] A. D. Helfrick, and W. D. Cooper, *Modern electronic instrumentation and measurement technique*, Prentice Hall, pp. 109~140, 1990.

[9] J. S. Park, and C. S. Kim, *Introduction to digital signal processing: Computer musically speaking*, A-JIN, 2013.

K. W. Park, W. K. Kang, and Y. C. Jin,

[10] *Visual C++.Net programming bible*, Samyang Media, 2006.

[11] K. S. Son, *Database management and practice: MS-SQL 2008*, Hanbit Media,Inc., 2013.

동적 디지털 계측 기반의 교량관리시스템

전준태¹, 황수철²

¹인하공업전문대학 토목환경과

²인하공업전문대학 컴퓨터시스템과

요 약

교량관리시스템의 운영 목적은 교량에 가해지는 충격량, 이상 발생 신호, 보수 이력 등을 기록하고 정리 분석하여 효율적으로 교량을 관리 및 유지하는 것이다. 이 시스템에서 핵심이 되는 사항은 교량 구조물에 대한 상태 파악이다. 즉, 정확한 데이터의 수집과 분석이 요구된다. 본 논문에서는 교량 구조물의 상태를 정밀하게 파악할 수 있는 동적 디지털 계측기를 제안하고, 이를 활용하는 시스템을 만들어서 교량 구조물을 모니터링하여 교량의 안전성을 높이고자 한다. 이를 위해서 잡음에 강한 계측기를 개발하고 성능을 평가하여 기존 장비에 비해 우수함을 보였다. 그리고 이를 이용할 수 있도록 하는 교량 관리 및 유지 시스템 클라이언트/서버 방식으로 구현하여 현장에서 활용할 수 있도록 하였다.



Jun Tai Jeon received the bachelor's, the M.S. and Ph.D. degree in the Department of Civil Engineering from the Chung-ang University in 1984, 1986 and 1993, respectively. He has been a professor in the Department of Civil & Environmental Engineering at Inha Technical College since 1994. His current research interests include structure engineering, bridge engineering, construction materials, civil design, IT fusion system etc. He is a member of the KKITS.

E-mail address: jtjeon@inhac.ac.kr



Su Chul Hwang received the bachelor's, the M.S. and Ph.D. degree in the Department of Computer Science from the Chung-ang University in 1986, 1988 and 1993, respectively. He has been a professor in the Department of Computer Systems and Engineering at Inha Technical College since 1991. His current research interests include artificial intelligence, intelligent systems, Internet Application, IT fusion system etc. He is a life member of the KKITS.

E-mail address: schwang@inhac.ac.kr