

## 영상처리 기법을 이용한 교량의 원격 변위 계측

### Remote Displacement Measurement of a Bridge Using Image Processing Techniques

이종재† · 박종웅\* · 박영수\*\* · 정형조\*\*\* · 김재민\*\*\*\* · 김기성\*\*\*\*\*

Lee, Jong-Jae Park, Jong-Woong Park, Young-Soo Jung, Hyung-Jo Kim, Jae-Min Kim, Ki-Sung

#### 1. 서론

현재 교량의 유지관리를 위한 점검과 안전진단이 정기적으로 수행되고 있다. 변위, 속도, 가속도, 변형률, 힘 등의 계측항목들 중, 변위는 교량의 상태를 가장 잘 나타내는 지표임에도 불구하고, 대부분의 교량은 도로횡단, 하천이나 바다, 깊은 교각 등의 환경에 노출되어 있으므로 계측이 매우 어렵다. 접촉식 센서를 설치하는 기존 방법의 경우, 하부조건에 따라 센서를 고정하기 위한 가시설물의 설치가 필요하여 매우 비경제적이고, 계측값의 신뢰성이 떨어지는 문제점이 있다.

일반적으로 변위를 계측하기 위하여 접촉식 변위계, Global Positioning System(GPS), Laser Doppler Vibrometer, 가속도계를 이용한 수치적 이중적분방법, 영상처리기법 등을 사용하고 있다. GPS를 사용하는 방법은 장비가 고가이고 동적 계측 시 정확도가 떨어지는 단점이 있다. Laser Doppler Vibrometer는 한점의 변위를 계측하기 위하여 매우 고가의 장비를 사용한다는 단점이 있다. 가속도계를 통한 수치적 이중적분 방법은 저주파 영역에서 왜곡이 발생하여 신뢰성이 떨어지는 단점이 있다. 영상처리기법을 이용한 방법은 동적변위 계측이 가능하고 단거리 측량 시 경제적인 측면은 우수하나, 측정거리가 일정범위 이상이 되면 고가의 영상취득 장비가 필요한 단점이 있다. 따라서, 본 연구에서는 원거리에 위치한 교량의 변위를 경제적이고 간편하면서도 정확하게 계측하기 위한 기법을 새로이 제안하였고, 현장 실험을 통해 제안된 기법의 타당성을 검증하고자 하였다.

#### 2. 영상처리 기법을 이용한 변위 계측

##### 2.1 영상처리기반 변위 계측 시스템

영상처리 기법을 이용한 변위계측시스템은 일반 상용 디지털캠코더, 광학 8 배율 망원렌즈, 노트북 컴퓨터, 연결케이블로 구성된다(그림 1). 영상처리 알고리즘은 타겟의 인식을 위한 ROI (region of interest) 설정, 흑백영상으로부터 타겟 인식, 좌표 변환 행렬 및 scaling factor 의 계산, 실시간 변위 계측 및 디스플레이로 구성된다. 영상수집 및 처리 시스템은 200 만원 미만의 경제적인 하드웨어 비용으로 초당 30 프레임의 동적 변위 계측이 가능하고, 720×480 픽셀의 해상도 지원, 8 배율 망원렌즈 장착시 20m 거리에서 0.1mm 이내의 계측오차 성능을 보인다.



그림 1. 영상처리기반 변위 계측 장비 구성

##### 2.2 다중영상처리를 이용한 원격 교량 변위 계측

영상처리 기법을 이용한 변위계측시스템은 하나의 지점을 계측하기 위한 하드웨어 구성이 비교적 저가이므로 그림 2 와 같이 여러 개의 독립적인 계측시스템으로 각각의 지점을 계측하고, 이를 Master 컴퓨터와 시간을 동기화함으로써 다중영상처리 시스템을 구성할 수 있다.

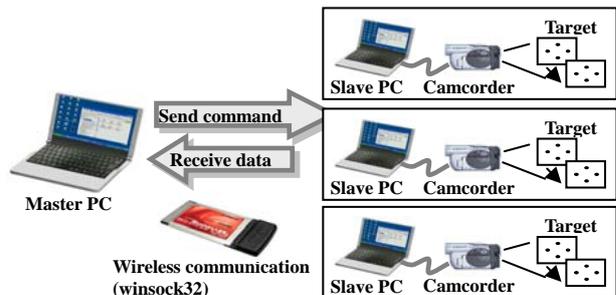


그림 2. 다중영상처리 시스템 구성도

† 교신저자; 세종대학교 토목환경공학과  
E-mail : jongjae@sejong.ac.kr  
Tel : (02) 3408-3290, Fax : (02) 3408-4332  
\* 한국과학기술원 건설 및 환경공학과  
\*\* 한국과학기술원 건설 및 환경공학과  
\*\*\* 세종대학교 토목환경공학과  
\*\*\*\* 전남대학교 건설환경공학부  
\*\*\*\*\* 전남대학교 기계자동차공학부

### 3. 현장실험

#### 3.1 실험 개요

다중영상처리 기법을 이용한 원거리 교량의 변위 계측 기법을 검증하기 위하여 소록대교에서 차량 주행시험을 수행하였다. 대상교량의 제원, 계측을 위한 영상장비 및 타겟의 설치 위치 등은 그림 3 과 같다.

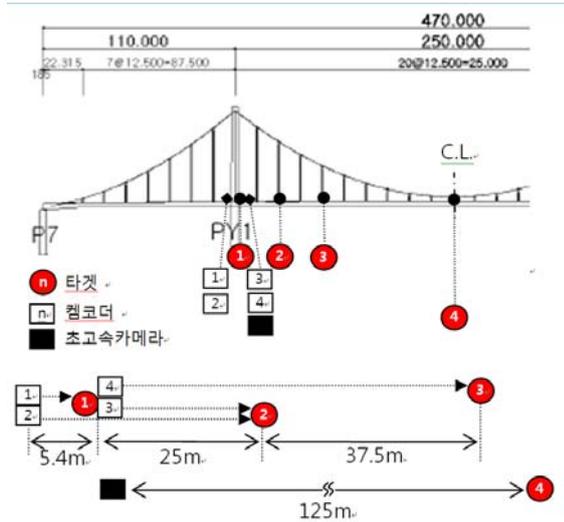


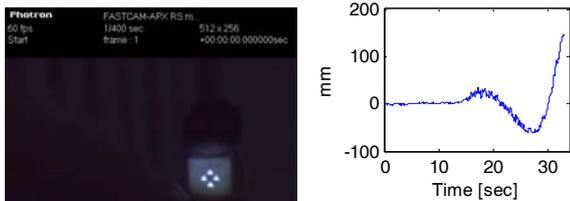
그림 3. 센서 설치 개요



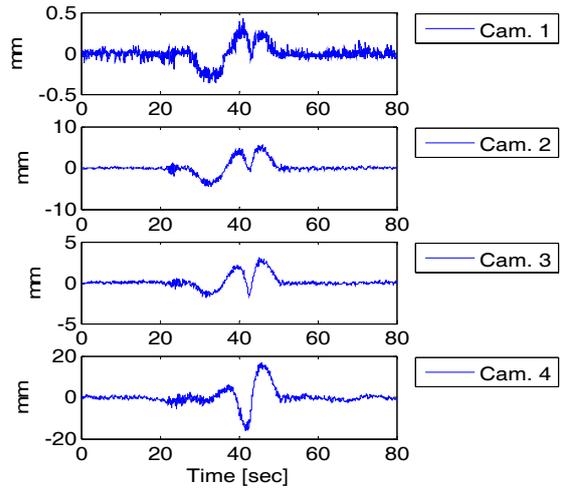
트럭 주행실험                      타겟 및 캠코더 설치  
그림 4. 현장실험 광경

#### 3.2 계측 결과 분석

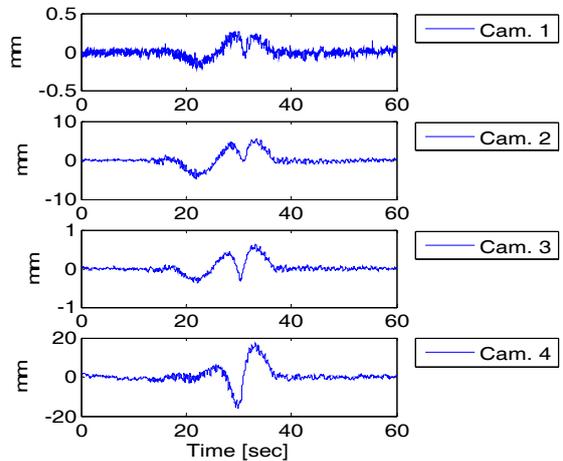
그림 3 의 각 카메라에서 계측한 계측 결과는 그림 5 에 나타난 바와 같다. 초고속 카메라로 계측한 영상은 초당 60 프레임으로 다운 샘플링하여 총 2000 개의 프레임에 대한 자료만을 처리한 결과이므로 차량의 진입부에 대한 결과만 나타내었다.



(a) 80km 주행시 초고속 캠코더의 계측 결과



(b) 60km 주행시 각 캠코더의 계측결과



(c) 70km 주행시 각 캠코더의 계측결과

그림 5. 계측 결과

### 4. 결론

각 영상 장비에서 계측한 결과는 계측장비가 놓여 있는 위치에서 변위 및 회전변위가 발생하므로, 타겟 지점의 절대변위가 아니라 계측장비의 변위위치에서 회전변위의 접선에 대한 상대적인 변위를 나타내고 있다. 동일한 타겟을 계측한 결과를 이용하여 이를 보정하기 위한 방법에 대한 추후 연구가 필요하다.

#### 감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업-지능형국토정보기술혁신 사업과제의 연구비지원(07 국토정보 C03)에 의해 수행되었습니다.