

라인 스캔 카메라를 이용한 진동 측정 기술

Measuring Vibration by using Line Scan Camera

김세오† · 전형섭* · 손기성* · 박종원**

Se-Oh Kim, Hyeong-Seop Jeon, Ki-Sung Son and Jong Won Park

Key Words : Line Scan Camera(라인 스캔 카메라), Vibration(진동), Displacement Sensor(변위센서)

ABSTRACT

센서를 사용한 구조물의 진동측정 시 여러 문제로 인해 사용의 제약을 받아왔다. 이를 극복하고자 최근 카메라를 이용한 진동 측정 기술이 연구되고 있지만 보통 산업용 카메라의 낮은 샘플링 주파수로 인해 구조물의 진동 측정에 한계를 보였다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 연구에서는 라인 스캔 카메라의 높은 샘플링 주파수를 이용한 진동 측정 기술을 제안하고 실험을 통하여 성능 검증을 수행하였다.

1. 서 론

구조물의 진동측정 방법으로는 주로 접촉식 센서인 가속도센서가 사용된다. 하지만 배관의 안전성 평가를 위해서는 저주파 영역에서의 배관 진동변위 측정이 효율적이다. 대부분의 변위센서는 비접촉식 방법으로 센서 설치 시 시간적, 공간적 제약을 받게 된다. 또한, 센서 고정 위치의 진동으로 인해 상대 변위로 측정되는 문제점이 발생한다. 이런 문제점들로 인해 최근 카메라를 이용한 진동측정 방법에 대한 연구가 이뤄지고 있다. 하지만 초고속카메라와 같은 고가의 장비가 아닌 대부분의 연구에서 사용되는 영상 취득 카메라의 샘플링 속도는 매우 제한적이다. 보통 산업용 카메라의 최대 샘플 속도는 대략 200 frame/sec를 보인다. 그로인해 측정 주파수 영역이 매우 제한적이다. 이에 본 연구에서는 20000 frame/sec 이상의 샘플링 주파수를 보이는 라인 스캔 카메라를 이용한 배관 구조물 진동 측정을 위한 방법을 제안하며, 일반카메라와의 비교실험을 통해

제안된 방법을 검증한다.

2. 라인 스캔 카메라를 이용한 진동 측정 방법

구조물의 진동 측정을 위해 라인 스캔 카메라를 사용하여 1차원 영상데이터를 취득하며 기존 연구된 EEPD(Expected Value of Edge Probability Distribution) 방법을 사용하여 구조물의 실수형 에지를 검출하고 에지의 움직임을 추적한다. 공간해상도가 n인 영상 S가 있을 때, 식(1)과 같이 영상 S의 편미분 ΔS 를 산출한 후 식(2)를 통하여 실수형 에지 $F(S)$ 를 산출한다. 연속으로 취득된 영상에서 동일한 방법을 적용하여 에지의 위치를 추적함으로써 진동변위를 검출한다.

$$\Delta S_i = S(i + 1) - S(i - 1) \tag{1}$$

$$F(S) = \sum_{i=1}^n (\Delta S_i \times i) / \sum_{i=1}^n \Delta S_i \tag{2}$$

† 교신저자; 정회원, 세안기술(주)
E-mail : seohkim@sae-an.co.kr
Tel : (02) 2102-2834, Fax : (042) 330-0344

* 세안기술(주)

** 충남대학교

3. 실험 및 결과 분석

제안된 방법을 검증하기 위하여 Fig. 1과 같은 실험환경에서 가진기를 이용하여 측정 대상체를 50Hz로 가진하였으며, 가속도 센서 데이터를 동시 취득하였다.

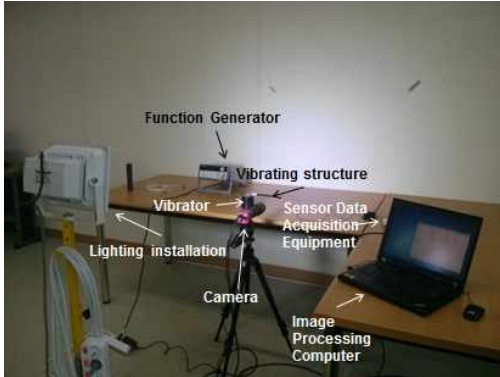


Fig. 1 Picture of experimental setup

Fig. 2에서 일반 산업용 카메라와 가속도센서 데이터를 비교하였다. 산업용 카메라의 영상은 200 frame/sec의 속도로 취득되었다. 주파수분석결과 중심주파수는 동일하게 50Hz를 보였으나 크기에서 차이를 보였으며, 진동변위 RMS오차가 0.010mm로 오차율은 10.57%로 나타났다.

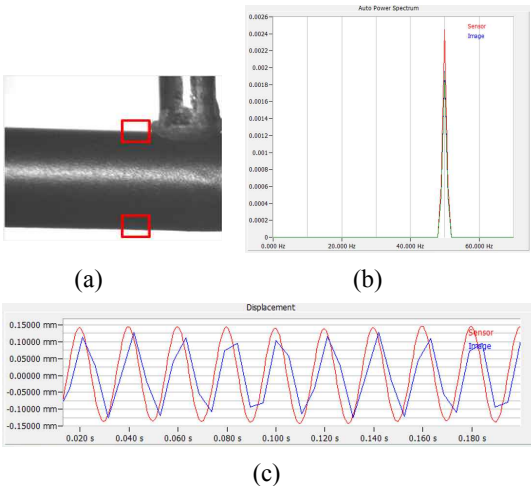


Fig. 2 (a) Acquired image by using area camera
(b) Comparison of frequency analysis
(c) Comparison of vibration displacements measured by accelerometer and area camera

Fig. 3은 제안된 방법인 라인 스캔 카메라와 가속도센서 데이터를 비교 실험한 결과이다. 라인 스캔 카메라의 영상은 20000 frame/sec의 속도로 취득되었다.

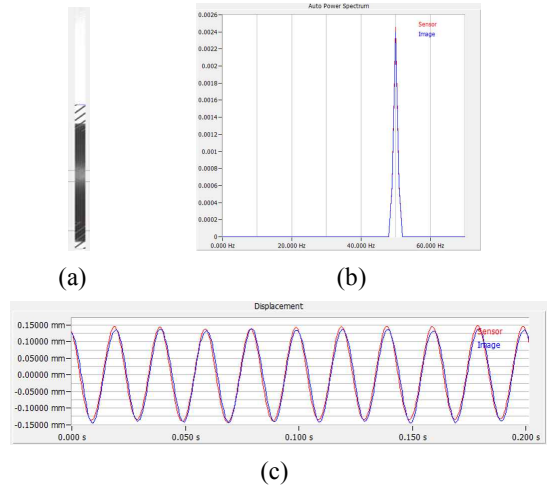


Fig. 3 (a) Acquired image by using line scan camera
(b) Comparison of frequency analysis
(c) Comparison of vibration displacements measured by accelerometer and line scan camera

주파수분석결과 중심주파수 및 크기 모두 동일하게 나타났으며, 제안된 방법의 진동변위 RMS오차는 0.001mm로 오차율은 1.19%로 나타났다.

4. 결론

본 연구에서는 라인 스캔 카메라를 이용한 진동 측정 기술을 제안하였으며 비교실험을 수행하였다. 실험을 통하여 라인 스캔 카메라를 사용함으로써 일반 산업용 카메라의 낮은 샘플링 속도를 보완할 수 있음을 보였다. 산업현장에서 제안된 방법을 사용하면 시간적, 공간적 제약을 받는 구조물 진동 측정에 적용 가능할 것으로 기대된다.

후 기

이 연구는 2014년 산업통상자원부의 지원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다. (No.20131020102420)