

카메라를 이용한 진동 측정 시 주요인자 분석

Parameters Study for Measuring Vibration by Using Camera

전형섭† · 최영철* · 박진호* · 박종원**

Hyeong-Seop Jeon, Young-Chul Choi, Jin-Ho Park and Jong Won Park

1. 서론

건물이나 플랜트 배관과 같은 구조물의 진동을 측정하기 위해서 가속도계나 레이저 측정기를 많이 사용하고 있다. 최근에는 고온이나 방사선 환경과 같은 기존의 센서를 설치 및 사용하기 어려운 지역에서 카메라 영상을 이용하여 진동을 측정할 수 있는 연구가 제시되었다. 카메라 영상을 이용하면 한번의 촬영으로 많은 부위의 진동을 동시에 측정할 수 있고, 또한 진동 측정을 위하여 장비 설치가 쉬운 장점이 있다. 카메라를 이용하여 진동을 측정할 때 먼저 측정 대상에 따른 영상의 해상도와 프레임을 설정하고 그에 맞는 렌즈의 선택이 중요하다. 또한 촬영된 영상에서 카메라 특성에 의한 오차 분석이 필요하다. 본 논문에서는 구조물의 진동 측정하기 위한 선행작업인 카메라 렌즈 선택을 위한 실험과 카메라 영상의 특성에 의한 오차를 분석하였다. 그리고 카메라를 이용한 구조물 진동 측정 시 오차를 확인하기 위하여 기존의 센서와 비교 실험을 통하여 분석하였다.

2. 렌즈 선택을 위한 거리 별 픽셀 크기 측정

카메라 영상을 이용한 구조물의 변위를 측정하기 위하여 먼저 렌즈의 선택이 중요하다. 렌즈에 따른 거리 별 픽셀의 크기를 알고 있으면 실제 변위 측정 시 반복적인 카메라 촬영을 피할 수 있는 지침이 될 수 있다. 그러기 위해서는 Fig. 1 과 같이 렌즈 별 거리에 따른 픽셀의 크기를 측정하는 선행 실험이 필요하다. 카메라와 보유하고 있는 50, 70, 80, 105, 135, 200mm 렌즈를 이용하여 거리에 따른 픽셀의 크기를 측정하였다. 측정된 데이터를 이용하면 렌즈를 선택할 수 있어서 반복

적인 촬영을 피할 수 있다.

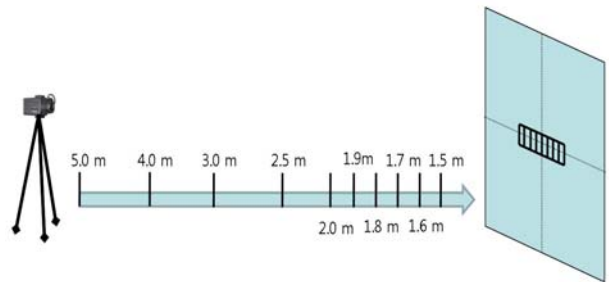


Fig. 1. 렌즈 별 거리에 따른 픽셀 크기 실험

Fig. 2 는 50, 70, 80, 105, 135, 200mm 렌즈를 이용하여 측정한 데이터를 이용하여 렌즈 별 거리에 따른 픽셀 크기의 결과를 보여준다.

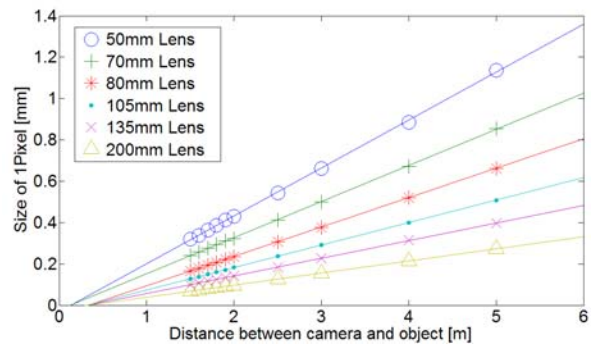


Fig. 2. 렌즈 별 거리에 따른 픽셀 크기

3. 카메라 특성에 의한 오차 분석

카메라 영상은 초점거리에 따른 영상의 왜곡이 존재할 수 있다. Fig. 3 에서와 같이 h 는 실제 길이를 나타내고, h' 는 카메라 영상에서의 길이를 나타낸다. d 는 물체와 카메라의 거리이다. 따라서 카메라 영상에서 측정한 길이는 $h - h'$ 의 에러를 가지고 있음을 알 수 있다.

† 교신저자; 충남대학교

E-mail : jhs200@kaeri.re.kr

Tel : (042) 868-2074, Fax : (042) 868-8313

* 한국원자력연구원

** 충남대학교

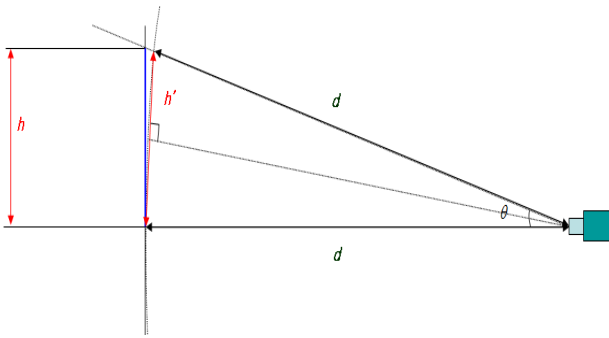


Fig. 3. 카메라 영상 특성

영상에서 측정된 길이와 실제 길이의 오차를 Fig. 3 을 이용하여 식(1), 식(2)와 같이 에러를 유도하였다.

$$h = h' \cdot \frac{\sqrt{4 - \left(\frac{h'}{d}\right)^2}}{2 - \left(\frac{h'}{d}\right)^2} \quad (1)$$

$$Error = h' \left(\frac{\sqrt{4 - \left(\frac{h'}{d}\right)^2}}{2 - \left(\frac{h'}{d}\right)^2} - 1 \right) \quad (2)$$

식(2)를 이용하여 영상에서 구한 길이의 오차를 보정할 수 있다.

4. 레이저 속도계와 카메라 영상을 이용한 변위 측정 비교

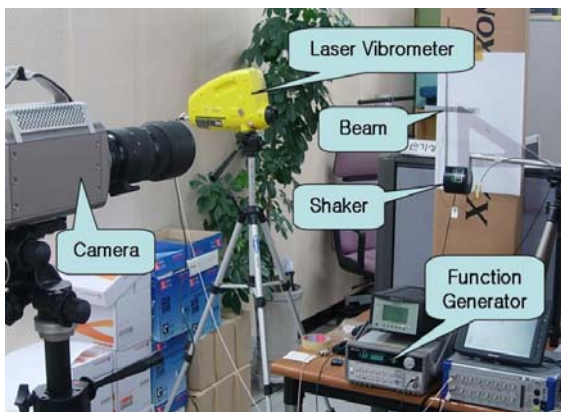


Fig. 4. 레이저 속도계와 카메라 비교 실험

Fig. 4 는 레이저 속도계와 카메라를 이용한 변위 측정실험 장치이다. 가진기를 이용하여 빔을 가진 하고 레이저 속도계와 카메라 영상을 이용 하여 빔의 변위를 구하였다.

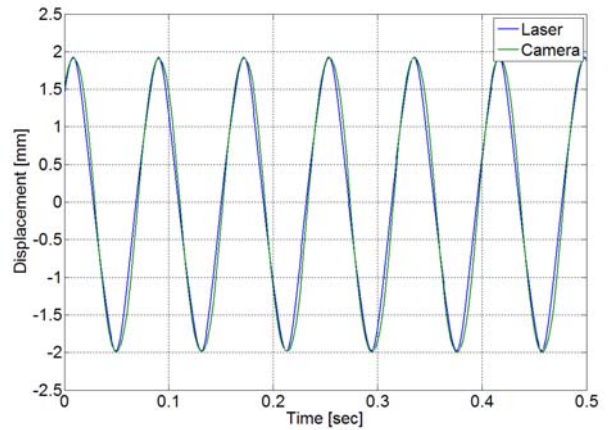


Fig. 5. 진동 변위 측정 결과 비교 (레이저 속도계 & 카메라 영상)

Fig. 5 와 같이 두 가지 방법으로 측정된 변위 결과를 보여 준다. 레이저 속도계의 측정 결과 평균 3.902mm 의 변위가 측정 되었다. 카메라 영상을 이용한 변위 측정결과 3.908mm 가 측정되었다. 측정 결과 카메라 영상을 이용한 변위 측정 오차는 0.15% 정도의 적은 오차를 보여준다. 따라서 카메라 영상을 이용하여 구조물의 진동 변위를 측정 할 수 있음을 실험을 통하여 검증하였다.

5. 결 론

구조물의 진동을 측정하는 방법으로 기존에 사용하던 가속도계나 레이저 측정기를 대신하여 카메라 영상을 이용하는 실험이 진행되어지고 있다. 카메라 영상을 이용하기 위하여 렌즈 별 거리에 따른 픽셀 크기를 이용하여 렌즈를 선택할 수 있고, 카메라 영상의 왜곡에서 나타나는 오차를 분석하여 기존의 카메라를 이용한 변위측정 오차를 줄일 수 있다.