

## 화상처리를 이용한 진동측정방법 개발

°이승범\*, 꺾문규\*\*

### Development of Vibration Measurement Technique Using the Image Processing

Seung-Bum Lee and Moon Kyu Kwak

#### Abstract

This paper is concerned with the development of vibration measurement using the image processing. With the advance of the personal computer and the image processing device, it becomes possible to measure vibrations by converting the image into motion data. The image stored in the computer is based on pixels. Hence, the efficient technique which can compute vibrational motions from pixel data should be developed. In this study, we will show the feasibility of the image processing technique for vibration measurement. The experimental results show that vibrations can be measured from image data.

#### 1. 서론

진동계측에는 가속도계, 스트레인 게이지 등과 같이 구조물에 부착하는 접촉식과 레이저 등을 이용한 비접촉식으로 구분할 수 있다. 다리나 고층 건물과 같은 대형 구조물의 경우에는 진동계측센서와 후처리 장비를 사용하는 접촉식의 경우 거리 제약을 받게 된다. 또한 가속도계의 경우 구조물의 동적 특성을 변화시키는 단점이 있으며, 레이저의 경우에는 고가의 장비를 사용해야 한다는 단점이 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위한 한 방법으로 GPS신호를 이용하는 방법이 이[4]가 제시하였다. 본 연구에서는 이러한 단점을 보완하고자 비교적 저렴한 가격의 화상처리용 장비와 PC를 이용

한 구조물의 진동계측방법에 대하여 논의하고자 한다.

화상처리기술은 현재 영화의 특수효과, 지문과 홍채 등의 인식분야, 공장자동화와 의학분야 등, 산업의 많은 분야에 걸쳐서 여러 가지 방법으로 응용되고 있다. 다양한 분야의 요구를 충족하기 위하여 화상 처리 속도는 계속 빨라지고 있는데, 이와 같은 화상 처리 장비를 사용하면 비교적 저주파수의 진동계측이 가능할 것으로 예상된다.

본 연구에서는 진동계측을 위해 진동하는 구조물에 원 모양의 표식을 부착하고 이를 원거리에서 CCD 카메라로 포착하여 그 움직임을 화상처리하여 얻어내는 방법을 제시하였다. 실제 실험 결과 이와 같은 방법이 가능함을 입증할 수 있었다.

\*동국대학교 기계공학과 대학원

\*\*동국대학교 기계공학과 교수

## 2. 화상처리 알고리즘

알고리즘은 대상물체에 고정된 한 개의 점을 인식하는 것으로 시작한다. 이 점은 대상물체와 밝기 차이가 큰 것으로 선택하고 Image Grabber의 LUT(Look Up Table)을 흰색과 검은색으로 조정하면 확연한 차이를 볼 수 있다. 이때 대상물체의 색과 고정된 점의 밝기차이에 대한 임계값을 적절하게 조절해 주어야 한다.

선택된 점의 움직임을 예측할 때 화면 내에서 진동하는 변위의 진폭이 가장 큰 변위로 나타나게 되면 더욱 정확한 예측을 할 수 있을 것이다. 이때 고정점은 그 크기가 임의로 바뀌게 되므로 그 중심점을 고려하여 변위를 측정할 수 있다.

화면에 나타난 점의 중심점을 계산하는 방법으로 무게 중심을 계산하는 것과 동일한 모멘트법을 사용할 수 있다. 그러나 이 방법을 사용하면 계산량이 현재 저가의 화상처리 하드웨어는 감당할 수 없다. 따라서 본 연구에서는 다음과 같이 보다 효과적인 방법을 개발하였다.

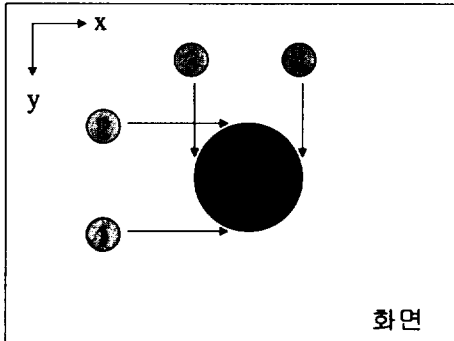


Fig. 1 Searching Center in Screen

매번 데이터를 샘플링할 때 Fig.1의 화면에 나타난 점의 위치를 찾기 위해 화면의 아래 부분부터 물체의 제일 아래 부분 화소 ①을 찾는다. 이 작업은 화면의 제일 아래 부분부터  $-y$  방향으로 화소를 찾을 때까지의 모든  $y$ 행의  $x$ 위치에 있는 화소들을 검사해야 하므로 제일 많은 시간을 소비한다. 다음은 고정된  $x$ 위치에서 ②를 찾아  $y$ 축의 산술평균으로  $y$ 축의 중심점을 찾는다.  $y$ 축의 중심점이 구해

지면 그  $y$ 행의 좌측  $x$ 점 ③과 우측  $x$ 점 ④를 찾아 산술평균으로  $x$ 축의 중심점을 찾아 원하는 고정점의 중심좌표를 얻는다.

이러한 방법은 프로그래밍상의 복잡함이 있으나 화면의 모든 점을 고려해야하는 모멘트 계산법 보다 현재로서는 빠른 시간 안에 중심점을 찾을 수 있는 이점이 있다.

## 3. 실험결과

실험장비로 FG-256 Image Grabber를 Pentium II 233MHz PC와 함께 사용하였다. 프로그램은 Turbo C++3.0을 사용하여 초당 20 Frame을 처리하도록 인터럽트 기법을 사용하였다. 따라서 1Hz 이하의 고유진동수 측정이 가능하다는 말이 된다.

본 실험에서는 잡음을 고려하지 않기 위해 실험조건을 검은색 종이에 흰색 점을 찍은 판을 1.5m 길이의 외팔보에 매달고 이를 가진시켜 실험을 수행하였다. 만일 전기적인 센서 잡음과 화상 잡음(photographic grain noise) 등이 포함되는 실제 카메라로 부터 얻은 영상은 잡음제거를 위한 필터링 기법을 사용해야 한다. 잡음 제거를 위한 필터링 기법에는 저역 통과 필터링(low pass filtering)과 상위 통과 필터링(high pass filtering)등이 있다.[2,3]

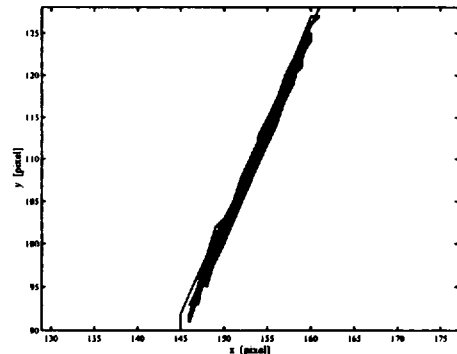


Fig. 2 Displacement of center in screen

Fig.2는 화면상에서의 물체의  $x, y$  변위를 보여주고 있다. 이 그림에서 변위가 약간 기울어 보이는 것은 외팔보를 중력에 수직인 방향으로 설치하여

외팔보와 그에 부착된 부착물의 자중 때문이다.

Fig.3 은 Fig.2의 결과를 x축과 y축으로의 변위로 분리하여 시간에 따른 변화를 나타낸 것이다.

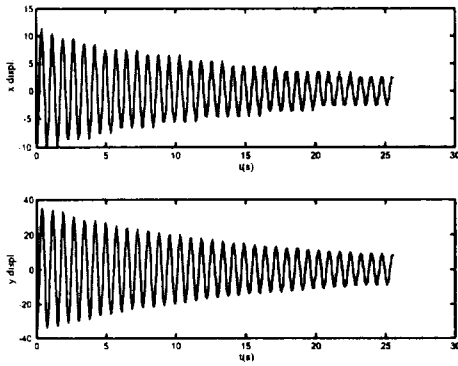


Fig. 3 Displacements vs. Time

실험 단계에서 x, y축 변위의 정확한 값을 산정하지는 않았지만 표시의 제원으로부터 변위를 산정할 수 있다.

Fig.4 는 Fig.3의 결과에 FFT 알고리즘을 적용해서 고유진동수를 추정해 본 그림이다. 그림으로부터 고유진동수가 1.2Hz 부근인 것으로 추정되었다.

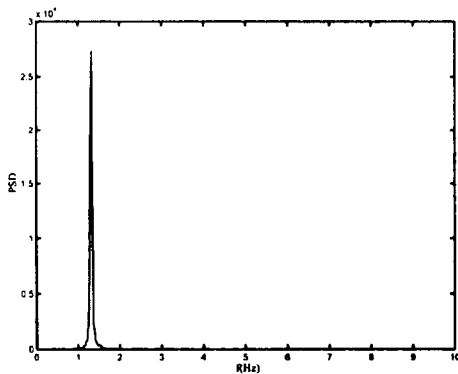


Fig. 4 FFT Power Spectrum Density

#### 4. 토의 및 결론

본 연구에서는 비접촉 진동계측의 한 방법으로서 화상처리를 이용한 기법을 제시하였다. 본 연구에

서 개발한 진동계측방법의 장점은 가격이 저렴한 화상처리장비를 사용할 수 있다는 것과 비접촉식이기 때문에 진동계측 센서를 부착할 필요가 없다는 것이다. 또한 간단한 표지를 진동을 계측하고자 하는 지점에 부착하면 원거리에서 망원렌즈를 사용하여 진동계측이 가능하다는 장점이 있다. 현재 화상처리 장비의 낮은 샘플링 처리 속도로 인하여 계측할 수 있는 주파수가 1Hz 정도로 낮지만, 지속적으로 화상처리 장비가 개선된다면 좀더 정밀한 진동계측이 가능할 것으로 예상된다.

본 연구에서는 화상처리 장비의 단점을 새로운 운동계측 알고리즘을 개발하여 극복하였다. 무게중심을 계산하는 모멘트 방법을 픽셀 데이터에 적용하여 중심의 이동을 계산할 수 있으나 많은 양의 데이터 처리로 인하여 저가의 장비로는 불가능하다. 본 연구에서는 빠른 시간내에 중심의 이동을 추정할 수 있는 기법을 개발하여 실험으로 그 타당성을 입증하였다.

#### 참고 문헌

- [1] Richard S. Figliola, Donald E. Beasley, "Theory and Design for Mechanical Measurement, 2nd Ed", WILEY, 1998
- [2] Ramesh Jain, Rangachar Kasturi, Brian G. schunck, "Machine Vision", Mcgraw-Hill, 1995
- [3] Ioannis Pitas, "Digital Image Processing Algorithms", Prentice Hall, 1993
- [4] 서대완, 이영재, 박훈철, 윤광준, 지규인, 박찬국, "GPS 반송파를 이용한 구조물의 3차원 진동 측정", 소음진동 학술대회 논문집 p. 1303-1310, 2000. 6.