

배열형 Fiber-PZT 센서 시스템의 개발

Development of Fiber-PZT array sensor system

임승현*·오일권†

Lim Seung Hyun, Oh Il Kwon

Key Words : Optical fiber(광섬유), Ultrasonic wave(초음파)

ABSTRACT

Ultrasonic fiber sensor is more cost-effective than optical fiber sensor using light. However, optical fiber lines are separately used for sensing. Thus, if it is applied for huge system, it is need many lines of the sensor systems. To overcome this point, novel ultrasonic sensor systems considering wave cancellation and modulation were newly developed. By using this schema, reference-free sensor system can be developed. By using ultrasonic waves of different excitation frequencies, multiple input-signal output sensor system was also developed by applying spectrum analyses. Using the array type sensor system, the leakage of liquid and its evaporation can be monitored successfully.

1. 서 론

현대 사회에서 건축물 및 동적 시스템에 대한 안전도를 감시하기 위하여 광섬유 센서가 널리 이용되고 있다. 광섬유는 주변의 전자기적 노이즈에 영향을 받지 않으며 내부식, 내 화학성이 뛰어나며 내습이 용의하다는 장점이 있다. 하지만 이와 더불어 이 시스템을 구축하기 위한 장비 등이 고가이기 때문에 대중화되기 어렵다는 단점이 있다. 이를 해결하기 위하여 빛 대신에 광섬유에 초음파를 인가하여 센싱을 하는 방법이 개발되어 연구 중에 있으며, 이 센서를 이용하여 이상류의 void fraction 및 응고 현상 감시, 액체의 높이 감지 등의 여러 분야에 응용이 가능하다.[1, 2] 그러나 기존에 연구되었던 초음파-광섬유 센서의 구성은 각각의 라인이 독립적으로 작동하게 되어 여러 개의 라인이 필요한 시스템의 감지의 경우 그 적용이 어렵다. 따라서 본 연구에서는 여러 라인을 어레이 형태로 배열하여 초음파 광섬유 센서를 구성하는 방법을 연구 하였다. 이를 구현하기 위하여 canceling 기법과 FFT신호분석을 사용하였으며 액체 누수 진행 과정 감시를 통한 타당성을 확인하였다.

2. Canceling 기법

2.1 canceling 기법의 개념

기본적인 개념은 active noise control의 개념과 같이 두 개의 라인에 대하여 동일한 크기와주파수를 가진 초음파를 각각 발진하는데 이때, 같은 위상일 경우 감지부에서 받는 신호는 중첩에 의하여 2배의 신호가 감지되고 그 반대로 정 반대 위상의 신호를 발진할 경우 서로 상쇄 되어 0의 신호가 감지된다. 이때 두 라인중 하나에 문제가 발생하여 위에 언급된 중첩 또는 상쇄의 균형이 깨어지는 경우 감지된 신호의 변화가 뚜렷이 나타난다. 이는 센싱에 대한 reference가 필요치 않다는 장점이 있다.

2.2 구성 및 실험결과

Fig.1과 같이 광섬유 두 라인에 부착된 pzt로 0.5V의 동일 크기와 주파수를 가진 초음파를 각각 동일 위상과 반대 위상으로 발진하였다.

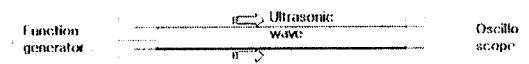


Fig.1 sensing system using ultrasonic canceling schema

† 책임저자; 전남대학교 기계시스템공학부 부교수
E-mail : ikoh@chonnam.ac.kr
Tel : (062) 530-1685, Fax : (062) 530-1689

* 전남대학교 기계공학과

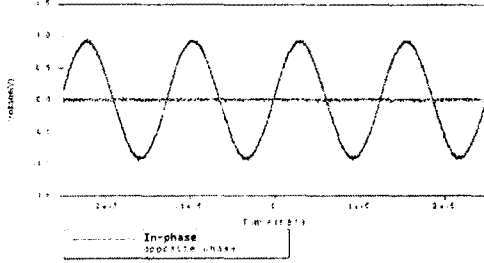


Fig.2 Experimental results for same and opposite phase condition

Fig.2에서 보는 바와 같이 두 신호가 동일 위상의 경우 중첩되어 0.5V의 정확히 두 배인 1V의 신호가 감지되었고 반대 위상의 경우 서로 상쇄되어 0의 신호가 나타나는 것을 알 수 있다.

3. 배열화 센서

2.1 센서 어레이의 구성

어레이 형태의 센서를 구성하기 위하여 수신부로 사용되는 한 개의 PZT에 발진부 PZT와 부착된 3개의 광섬유를 묶어 부착하였다. 이때 각 발진부에서는 각각 서로 다른 주파수로 발진이 된다. 수신부 PZT에 받아들여지는 초음파 신호는 FFT분석을 통하여 각각 다른 세 개의 주파수가 나타나는 것을 확인 할 수 있다.

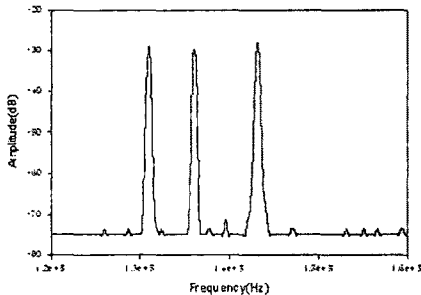


Fig. 3 sensing signal for sensor array

2.2 액체 누수 감시로의 응용

어레이 형태의 센서를 액체 누수 감시 응용을 위하여 평판에 설치 한 후 위에서부터 알코올을 흘려 내렸다. Fig.4에 나타난 바와 같이 알코올이 차례로 위에서부터 접촉함으로써 신호가 줄어들고 증발해 감으로서 신호가 회복되는 현상을 각 라인에 인가한 주파수의 초음파 신호가 감소 후 회복되는 현상을 통하여 파악 하는 것이 가능하다.

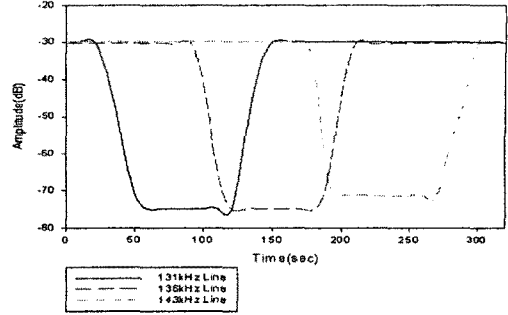


Fig. 4 Change of signal for the each optical fiber line

4. 결론

본 연구를 통하여 wave canceling 기법을 적용한 reference free의 광섬유센서 시스템을 개발하였으며 이는 두 개의 광섬유를 통한 정보가 하나로 통합되어 수집됨을 가능하게 하였다. 또한 여러 라인에 대하여 각각 다른 주파수로 발진되는 신호를 하나의 PZT에서 통합적으로 받아들여 FFT를 통한 주파수 구별을 통하여 각각의 라인에 대한 신호를 독립적으로 분석함으로써 array형태의 센서 시스템 구축이 가능함을 확인하였다. 또한 이를 응용하여 액체의 누수 및 증발 현상을 광범위 적으로 감지 할 수 있음을 보였다.

후 기

이 논문은 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 국가중요연구실사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No.R0A-2008-000-20012-0)

참 고 문 헌

- (1) Oh, I. K., Lim, S. H., and Lee, J. R. and Chang, F. K. 2008. "Fiber Sensor Based on Piezoelectric Ultrasonic Wave." Journal of Intelligent Material Systems and Structures, Vol.19, No.3, pp.299~304.
- (2) Oh, I. K., Lim, S. H., and Lee, J. R. and Chang, F. K. 2007. "Novel ultrasonic active optical fiber sensor for health monitoring" Proceedings of COMP07, No.074