

랩뷰를 이용한 소음원 기여도 분석 툴 개발

Development of the Analysis Tool for Contribution from a Noise Source with LabVIEW

최기수* · 정의봉†

Ki-Soo Choi and Weibong Jeong

Key Words : Source Identification(소음원 규명), Coherence(기여도), LabVIEW(랩뷰)

ABSTRACT

In this thesis, source identification tool for NI-PXI equipment is developed with LabVIEW. For the purpose of examining propriety of developed tool, simulation is performed with several signals that have different frequency range. After checking the coherence functions for concerned frequency domain, an experiment is conducted on an evaporator that cause the principal noise of a refrigerator.

1. 서론

본 논문에서는 다차원 스펙트럼 해석법의 이론을 바탕으로 LabVIEW를 이용하여 소음원 기여도 분석을 위한 툴을 개발하였다. 그리고 이를 이용하여 시뮬레이션 및 여러 소음원을 가지는 냉장고를 대상으로 실제 실험을 통해 소음원을 규명함으로써 개발한 툴의 신뢰성을 검토하고자 한다.

2. 다차원 스펙트럼 해석법

일반적으로 전체 출력에 대한 각 입력이 차지하는 비중은 식 (1)에서 보는 것과 같이 기여도함수를 통해 알 수 있다.

$$\gamma_{iy}^2(f) = \frac{|G_{iy}(f)|^2}{G_{ii}(f)G_{yy}(f)} \quad i=1,2,\dots,q \quad (1)$$

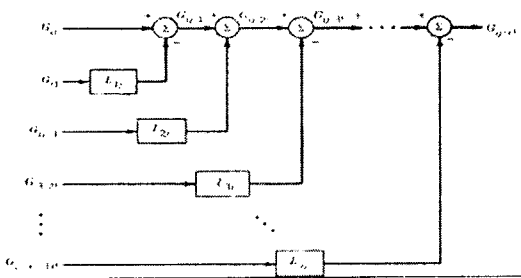


Fig. 1 Algorithm to compute conditioned density functions

† 교신저자; 정희원, 부산대학교 기계공학부
E-mail : wbjeong@pusan.ac.kr
Tel: (051) 510-3088, Fax: (051) 517-3805

* 부산대학교 대학원 기계공학부

이를 일반기여도함수(OCF)라고 하며, Fig. 1에서 보는 것과 같이 상관성분이 제거된 MISO 모델로 확장하여 입출력 사이의 최적 전달함수를 이용하면 식 (2)에서 보듯이 부분 기여도함수(PCF)로 표현할 수 있다.

$$\gamma_{iy,(i-1)}^2(f) = \frac{|G_{iy,(i-1)}(f)|^2}{G_{ii,(i-1)}(f)G_{yy,(i-1)}(f)} \quad (2)$$

물리적인 관점에서 전체에 대한 입력 x_i 의 기여도는 자신을 제외한 다른 입력과 출력 사이의 부분기여도를 모두 고려해주어야 한다. 기여도 전체의 합을 1로 본다면 i 번째 입력이 출력에 미치는 영향은 식 (3)과 같이 계산할 수 있다.

$$\Omega_{iy,(i-1)}^2 = (1-\gamma_{iy}^2)(1-\gamma_{iy,1}^2)\dots(1-\gamma_{iy,(i-2)}^2)\gamma_{iy,(i-1)}^2 \quad (3)$$

3. 소음원 기여도 분석 툴

LabVIEW를 이용하여 개발한 툴을 Fig. 2와 같다. 프로그램은 설정이 완료된 디바이스의 채널을 활성화시켜 동시에 데이터를 수집하고, 이를 이용하여 기여도를 분석한다.

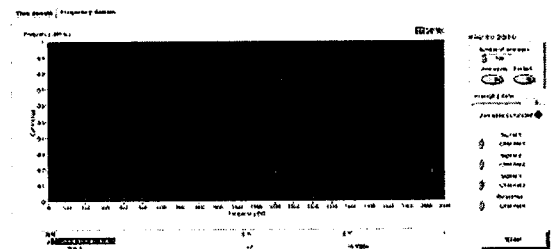


Fig. 2 Front panel of the source identification tool

4. 신뢰성 검증

4.1 시뮬레이션

제작한 틀의 신뢰성을 검증하기 위하여 여러 형태의 신호가 섞여 있는 상태에서 각 입력원의 신호를 검출할 수 있는 지에 대해 알아보았다. 각 입력원의 기여도는 Fig. 3과 같이 주파수 영역에서 서로 겹치는 정도에 따라 값이 다른 것을 확인할 수 있다.

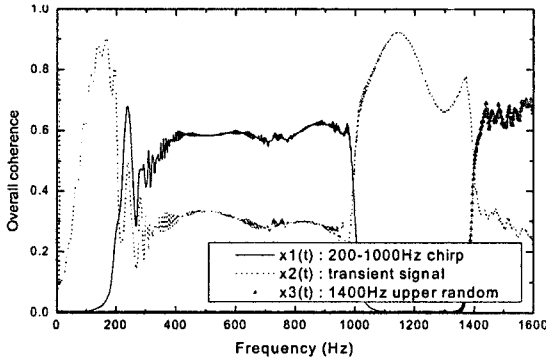


Fig. 3 Overall coherence of the different signals (x_1 : swept sine, x_2 : transient signal, x_3 : white noise)

4.2 실험적 검증

시뮬레이션 결과를 토대로 냉장고의 증발기를 대상으로 Fig. 4와 같이 3입력/단일출력 모델을 구성하였다. 실험은 2상(Two phase)의 냉매가 유입되는 수평방향을 $x_1(t)$, 수직방향을 $x_2(t)$ 로 지정하고, 열교환기를 거쳐 냉매가 밖으로 빠져나가는 출구단을 $x_3(t)$ 로 하여 각 부분에서 발생하는 진동을 가속도센서로 측정하였다. 그리고 냉장고의 내부 소음을 출력 $y(t)$ 로 하여 마이크로폰으로 측정하고 그 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 그럼에서 보듯이 처음 가동 후 냉매가 끓기 시작하면서 일정 시간동안 과도소음이 발생하는데 Fig. 6은 이 시간동안 측정된 입력원의 부분기여도이며

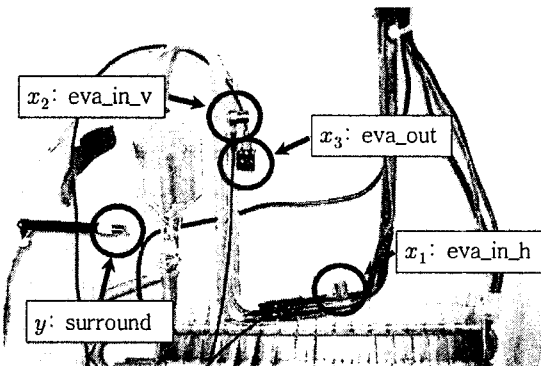


Fig. 4 The experimental points of a test for an evaporator



Fig. 5 The waterfall function of measured noise for 2 hours

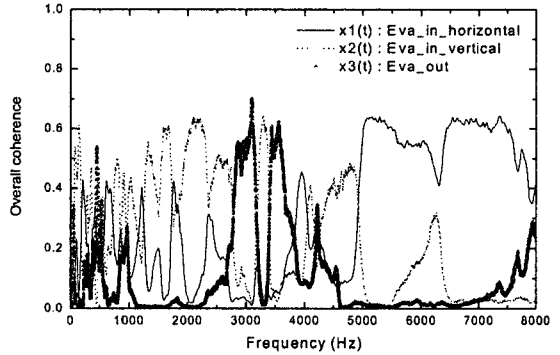


Fig. 6 Partial coherence functions at each part of evaporator (x_1 : horizontal inlet, x_2 : vertical inlet, x_3 : outlet)

이를 통해 냉장고 내부의 전체 소음 중 증발기에서 발생한 소음이 60% 이상을 차지하는 것을 짐작할 수 있다. 이 중 입력 $x_1(t)$ 은 5,000Hz 이상에서 크게 영향을 미치는 반면, $x_2(t)$ 에서는 상대적으로 저주파수 부근에서 크게 기여하는 것을 볼 수 있다. 증발기의 출구단에서 측정된 $x_3(t)$ 의 경우 3,000Hz 근처에서 기여도가 큰 것으로 보아 배관의 방향과 냉매의 상태에 따라 부분별로 발생하는 소음, 진동의 영향이 조금씩 달라지면서 그 때의 지배적인 주파수가 바뀌는 것으로 판단된다.

5. 결론

본 논문에서는 각 센서에서 측정된 값에 다차원 스펙트럼 해석법을 적용하여 상관관계가 제거된 소음원을 검출하는 방법을 제시하였고, 이를 토대로 LabVIEW를 이용하여 소음원 기여도 분석 틀을 개발하였다. 시뮬레이션을 통해 틀의 신뢰성을 검증하였으며, 이를 바탕으로 냉장고의 증발기를 대상으로 냉매가 흐르는 방향과 그 상태에 따라 각 지점에서 유발된 소음, 진동이 시스템에 기여하는 정도를 분석해 봄으로써 원하는 성분을 검출할 수 있음을 확인하였다. 이와 같이 개발한 모듈을 적용하면 실제 산업현장이나 실험 구조물의 특정 영역에서 발생하는 소음 및 진동의 영향을 분석할 수 있으며 각 부분에서의 공진을 피할 수 있어 시스템 설계 시 유용할 것으로 기대된다.