

실험적 방법을 이용한 디지털 카메라 경통 Zoom 모듈의 소음원 규명 및 저소음화

Experimental Analysis on Barrel Zoom Module of Digital Camera for Noise Source Identification and Noise Reduction

곽형택* · 윤지현* · 정재은* · 서범준* · 오재응†

Hyung-Taek Kwak, Ji-Hyun Yoon, Jae-Eun Jeong, Bum-June Seo and Jae-Eung Oh

1. 서 론

기술 발전으로 최근 출시되고 있는 디지털 카메라는 동영상 촬영 기능을 포함하고 있으며 동영상 촬영 시 줌 기능(확대/축소) 또한 적용되고 있다. 동영상 촬영 시 확대(Zoom In)/축소(Zoom Out) 작동 소음이 내부 마이크로폰으로 그대로 녹음되게 된다. 녹음된 소음은 사용자들에게 불쾌감을 주며 상품에 대한 만족도를 떨어뜨리게 되며 개선이 시급하다.

본 연구에서는 디지털 카메라 경통의 작동 중 진동·소음 원인을 규명하기 위해 소음 발생메커니즘을 파악하고 기어트레인의 주파수 특성을 도출하였다. 스펙트럼 분석을 통해 작동 중 출력 소음 특성의 파악하고, 목적주파수를 선정하였다. 일반 기어도 함수를 이용하여 작동 중 진동과 근접 소음의 상관관계 분석을 수행하고 소음원인 부품을 규명하였다. 다양한 작동 조건에서 Zoom 모듈 작동 구간의 출력 소음의 특성 변화를 관찰하여 소음 전달 특성을 규명하고 대책이 필요한 주파수 대역 및 기여가 높은 부품을 규명하였다. 구조소음 저감을 위해 결합부위에 고무 위셔를 사용한 실험으로부터 그 개선 효과를 확인하였다.

2. 디지털 카메라 경통 시스템의 소음 발생 메커니즘 규명

2.1 디지털 카메라 경통 시스템의 구성 및 작동 원리

카메라 경통의 경통(Barrel)은 카메라 세트 밖으로

† 교신저자: 정회원, 한양대학교 기계공학부

E-mail : jeoh@hanyang.ac.kr

Tel : 02-2220-0452, Fax : 02-2299-3153

* 한양대학교 기계공학과

노출되어 확대/축소(Zoom In/Zoom Out)의 작동을 한다. Zoom 모듈은 줌 작동을 위해 경통을 회전시키기 위한 부품이며 모터, 기어 등으로 이루어져 있다. 본 연구에서는 Zoom 모듈 작동 구간 소음을 대상으로 하여 연구를 추진하였다.

2.2 이론적 해석에 의한 기어트레인의 주파수 특성 규명

기어 소음은 주로 기어의 진동에 의한 것이며 진동 특성은 이 간의 물림에 의한 물림 타격음의 맞물림 주파수에 밀접하게 연관되어 있다. 기어 소음 이론을 바탕으로 Zoom 모듈 작동 구간에서 설정된 목표 정속 회전속도에 따른 기어트레인의 회전주파수 및 맞물림 주파수를 정리하였다.

3. 실험 장치 및 방법

3.1 카메라 경통의 작동 중 진동·소음 측정 실험

카메라 경통 조립품의 작동 중 진동·소음을 측정하기 위해 철제 프레임에 실로 메달아 반무향실에서 실험을 진행하였고, 반사파의 영향을 제거하기 위해 대상은 바닥으로부터 50 cm 위에 설치하였다. 마이크로폰은 카메라 세트상태에서 LCD 방향으로 5 cm 거리에, 가속도계 센서는 주로 진동이 발생할 것으로 예상되는 부품에 설치하였다. 제어신호를 이용한 동기화를 적용하여 진동, 소음 신호를 취득하였다. 또한, 기여도 평가를 위한 작동 중 진동과 근접 소음 측정을 위해 동일하게 실험장치를 구성하고 소음원으로 예상 되는 부품별 진동, 근접 소음을 동시 측정하였다.

3.2 회전속도 변화에 따른 출력 소음 측정 실험

Zoom 모듈을 분해하여 실험을 수행하였다. 모터에 인가되는 전압의 크기를 변화시켜 회전속도를 변화시켰다. 최소 0.6 V에서 최대 3.0 V까지 0.3 V 단위로 증가하며 회전 방향(시계/반시계)마다 작동을

시켰다. 경통 조립품에서도 단품에서의 실험과 동일한 회전속도로 작동시켜 출력 소음을 측정하였다.

4. 실험 결과 및 고찰

4.1 소음원 규명 및 진동·소음의 기여도 평가

Wide-Tele 작동 모드에서 Zoom 모듈 작동 구간을 구분하여 스펙트럼 분석을 실시하였다. Fig. 1에서 나타난 것처럼 1000 Hz 까지의 주파수 대역에서 피크가 지배적으로 나타났다. 관심 주파수 대역을 1000 Hz까지 설정하고 지배적인 피크로 나타나는 주파수를 목적주파수로 선정하였다.

목적주파수끼리 일정한 크기의 배수성분을 갖고 있는 것을 확인하였고, 이는 기어 소음의 특징 중의 하나로 앞서 예측한 기어트레인의 주파수 특성과 비교한 결과, 모터의 회전주파수, Pinion 기어와 기어 A의 맞물림 주파수, 기어 A와 기어 B의 맞물림 주파수가 목적주파수와 배수 성분으로 일치하는 것을 확인하였다. 모터와 Pinion, Gear A가 주소음원인 부품으로 규명되었다.

Zoom 모듈 작동 구간에서의 측정 위치 별 기여도 분석을 실시한 결과 모든 위치의 평균 0.7 이상을 나타냈고 목적주파수를 중 기본 주파수만의 기여도 값을 Table 1 로 나타내었다.

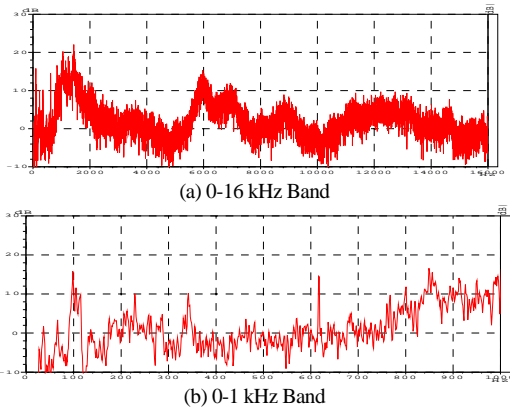


Fig. 1 Spectra of Zoom Module Operating in 0-16 kHz Band and 0-1 kHz Band

Table 1 Ordinary Coherence Function at Fundamental Target Frequencies of Zoom Module Operating

Position Target Freq.(Hz)	Zoom Motor (A)	Zoom Gearbox (B)	AF Motor (C)	AF Gearbox (D)	Barrel (E)
98	0.8985	0.9286	0.9207	0.7574	0.9149
228	0.8850	0.9359	0.9256	0.8808	0.9116
288	0.9738	0.9402	0.8812	0.9681	0.9594

Zoom 모터와 Zoom Gearbox에서 도출한 기여도 값이 가장 높게 나타나 소음원임을 다시 확인할 수 있었고, 대부분 Zoom 모듈에서 발생한 진동이 기인하여 발생하는 소음으로 판단할 수 있다.

4.2 회전속도 변화에 따른 Zoom 모듈 단품 및 경통 조립품의 출력 소음 특성 비교

Zoom 모듈 단품과 경통 조립품은 회전속도가 높아지면서 출력 소음 스펙트럼의 전체적인 기저레벨이 증가하며, 음압 레벨이 비교적 높게 나타나는 주파수 대역(약 1.2 kHz 부근/5.0 kHz 부근)이 존재한다. 이 대역의 소음은 회전속도 변화로 인해 주파수가 이동되지 않고 레벨만 영향을 받는 것으로 밝혀졌고, 구조적인 소음으로 예상된다.

4.3 Zoom 모듈 작동 구간 내 전달 특성 규명 및 저소음화

Zoom 모듈 작동 구간 소음을 0.2초 간격으로 나누어 순간적인 스펙트럼을 분석하였다. 작동 구간 동안 계속 비슷한 경향의 주파수 특성을 나타냈고, 특히 1.2 kHz 부근 대역은 레벨이 항상 제일 높게 나타났다. 경통 시스템의 고유 소음 특성이 짧은 시간 동안 연속적으로 나타나는 것으로 판단된다.

구조소음 원인으로 판단되는 결합 부위에 고무 워셔를 이용하여 절연시키고 출력 소음을 측정하였다. Fig. 2을 통해 1.2 kHz 부근 대역 소음이 약 15 dB 이하로 감소한 것을 알 수 있고 이 대역 소음이 결합 부위에서 기인한다는 것을 검증하였다.

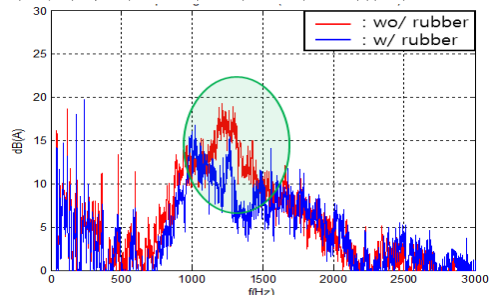


Fig. 2 Noise Spectra of Barrel Assembly Before and After Using Rubber Washer

3. 결론

본 연구에서는 실험적인 접근을 통해 카메라 경통의 Zoom 모듈의 소음 발생 메커니즘을 규명하고 Zoom 모터, Pinion, Gear A에 의해 주로 소음이 발생함을 밝혀내었다. Zoom 모듈의 소음 전달 특성을 해석하고 고무 워셔를 이용한 실험적 개선안을 통해 구조기인 소음의 저감 효과를 확인하였다.