

휴대폰 카메라를 위한 와이어서스펜션 타입 OIS 액추에이터의 개발

Development of Wire-Suspension type OIS Actuator for Mobile Phone Camera

우정현†·송명규*·백현우*·손동훈*·박노철*·박경수*·박영필*·임수철**

Jung-Hyun Woo, Myeong-Gyu Song, Hyun-Woo Baek, Dong-Hun Son, No-Cheol Park, Kyoung-Su Park, Young-Pil Park, Soo-Cheol Lim

1. 서 론

휴대폰에 내장되는 카메라는 즉시성을 장점으로 내세우며 보편화되어 현재는 대부분의 휴대폰이 카메라를 내장하기에 이르렀다. 또한 이동통신 기술 발달로 영상통신이 가능해지면서 카메라는 휴대폰의 부가기능이 아닌 필수기능으로 자리 잡아가고 있다. 그동안 휴대폰 카메라의 화질은 지속적으로 개선되어 왔는데 그중 가장 유효한 수단이 고화소 이미지 센서의 장착이었다. 그러나 고화소 이미지 센서만으로 얻을 수 있는 화질 개선에는 한계가 있기 때문에 실제로 일반 디지털카메라에서는 자동초점, 손떨림보정, 램프, 셔터 등의 기능도 함께 갖추었고, 자동초점 기능은 휴대폰 카메라에도 이미 적용되어 있다. 일반 디지털카메라의 발전과정을 비추어 봤을 때 휴대폰 카메라 역시 이들 기능을 갖추어야 지속적인 화질개선이 가능하다는 결론을 내릴 수 있으며, 특히 손떨림보정 기능의 경우 일반 카메라보다 휴대폰 카메라에서 더욱 필요하다고 볼 수 있다. 왜냐하면 휴대폰 카메라에서 손떨림이 더욱 심하게 발생하는 것은 물론 손떨림에 의한 화질저하도 더욱 심하기 때문이다.

손떨림보정은 일반적으로 Image Stabilization (IS)로 지칭하며, IS는 Optical IS (OIS), Electronic IS, Digital IS 등으로 나뉘어 거론된다. Optical IS는 내부 광학부품을 기계적으로 이동시켜 카메라진동에 대응하는 방식으로 가장 보정성능이 좋은 반면 복잡하고 비싸다. Electronic IS는 이미지 센서의 여분 영역을 이용하여 화상의 흔들림을 보정하며, Digital IS는 추가장치 없이 순수한 디지털 신호처리 기법으로만 흔들림에 의한 화질 저하를 보정한다. 현재 OIS가 적용된 휴대폰 카메라는 없지만 이를 위한 연구들은 진행되어 왔다. Piezoelectric Bimorph Bending Actuator를 이용한 초소형 OIS에 대한 연구가 이루어졌고[1], Genetic Algorithm으로 최적화한 Voice Coil Actuator 방

식에 대한 연구도 행해졌다[2]. 또한 자동초점 기능과 OIS가 동시에 구현될 수 있도록 자동초점모듈을 구동시키는 OIS에 대한 연구도 행해졌다[3]. 하지만 Piezoelectric Actuator는 휴대폰에 적용하기에는 구동전압이 너무 높으며, Voice Coil Actuator를 이용한 [2], [3]은 Prismatic Joint에서 발생하는 마찰로 인해 보정성능이 제한되는 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 Voice Coil Actuator를 이용하되 기존의 prismatic Joint를 기계적 마찰이 없는 compliant mechanism으로 대체한 OIS 액추에이터를 개발하였다. 기계적 마찰이 없을 경우 OIS 보정성능이 훨씬 좋아지며, 위치센서의 피드백 없이도 위치제어가 가능해지기 때문에 비용절감에도 큰 효과가 있다. Compliant mechanism로는 와이어 스프링과 판 스프링, 그리고 유연힌지 등이 있는데 공간과 비용 등을 고려하여 와이어 스프링을 사용하였으며, 실험계획법을 이용하여 코일과 자석 설계를 완성하였다. 마지막으로 설계된 구동기를 실제로 제작하여 구동기의 성능을 실험적으로 검증하였다. 실험결과는 시뮬레이션 해석결과와 크게 다르지 않았으며, 개발된 구동기의 성능은 목표했던 성능을 만족시키기에 충분한 것으로 확인되었다.

2. 구동기 설계

Compliant Mechanism은 유연구조물로 가동부를 지지하여, 유연구조물의 탄성변형을 통해 가동부가 이동할 수 있게 하므로 구동범위가 유연구조물의 탄성변형한계 이내로 제한되게 되지만 기계적인 접촉에 의한 마찰이 없기 때문에 부드럽고 정밀한 움직임이 가능하다. 휴대폰 카메라의 OIS 구동기에서 요구되는 구동범위는 ± 0.1 mm이며, 수 μ m의 위치정밀도가 요구된다. 즉, 구동범위가 작으면서 정밀한 움직임이 요구되기 때문에 전통적인 prismatic joint를 사용하는 것보다 compliant mechanism이 더 적합하다. Prismatic joint를 사용한 OIS 구동기는 마찰로 인해 정확한 위치제어가 어렵기 때문에 위치센서의 피드백을 받아 페루프제어를 해야만 했다. 하지만 compliant mechanism을 이용하면 마찰이라는 비선형, 불확정요소가 사라지기 때문에 개루프제어가 가능하며, 위치감지를 위한 홀센서를 생략할

† 연세대학교 기계공학과
E-mail : wootting@nate.com
Tel : (02) 2123-4677, Fax : (02) 365-8460

* 연세대학교 기계공학과
** (주)삼성전기 OMS사업부

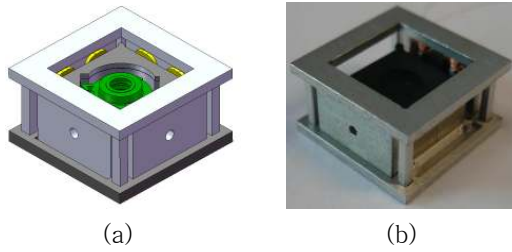


그림 1. OIS 구동기. (a) 설계안 (b) 제작된 구동기

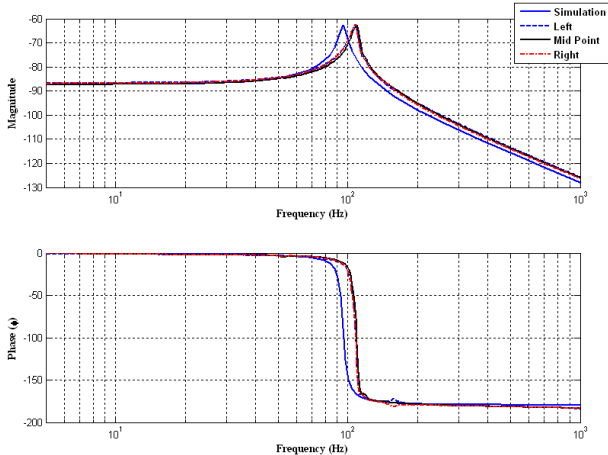


그림 2. 구동기의 주파수응답함수

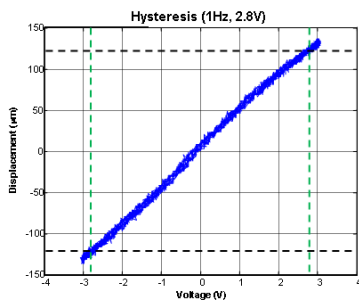


그림 3. 히스테리시스 루프

수 있으므로 그만큼의 가격절감을 피할 수 있다. 유연구조물로 주로 쓰이는 것들로 와이어 스프링, 판 스프링, 유연힌지 등이 있는데 휴대폰 카메라는 부피 제약이 심하기 때문에 본 논문에서는 부피가 작은 와이어 스프링을 선택하였다. 와이어 스프링의 강성은 와이어 길이와 직경에 의해 결정되며, 설계자는 이를 조절하여 적절한 강성을 갖도록 설계해야 한다. 강성이 너무 낮으면 1차공진주파수가 낮아지며 기계적 안정성도 부족해지며, 너무 높으면 구동범위 및 구동감도가 작아지게 된다. OIS 구동기는 좋은 구동성과 기계적 안정성을 지녀야 하기 때문에 요구 구동범위를 만족시키는 범위에서 최대한의 강성을 갖도록 설계하였다.

선형운동을 하는 구동기는 되도록 대칭형 구조를 갖는 것이 바람직하다. 비대칭 구조는 회전모멘트를 발생시켜 원하지 않는 회전 운동을 야기하기 때문이다. 그림 1. a는 설계된 구동기의 모습이다. 대칭 설계를 통해 부적절한 회전운동이 발생하는 것을 최대한 차단하였다. 제안된 기초 설계를 실험계획법을 통해 개선하였다.

3. 제작 및 검증

설계된 구동기의 성능을 실험적으로 검증하기 위해 그림 1. b와 같이 제작하였으며, 그림 2는 실험을 통해 얻은 구동기의 주파수응답함수이다. 시뮬레이션에 비해 1차공진주파수가 높은 것은 와이어 조립에 쓴 접착제로 인해 와이어 끝 위치가 설계와 달라졌기 때문이다. 그림 3은 1 Hz 삼각파를 입력했을 때의 히스테리시스 루프를 나타낸다. 입력 전압에 대한 출력 변위가 매우 깨끗한 선형으로 개루프 제어가 가능할 수 있음을 보여주고 있다.

4. 결론

본 논문에서는 compliant mechanism을 이용하여 휴대폰 카메라에 적용 가능한 초소형 OIS 구동기를 개발하였다. 또한 개발된 구동기는 자동초점 구동기를 포함하고 있기 때문에 기존의 자동초점기능과 함께 구현되는 것이 가능하다. compliant mechanism을 구현하기 위해 휴대폰 카메라에 적합한 와이어 스프링을 선택하였으며, 실험계획법을 통해 전자회로의 성능을 개선하였다. 설계된 구동기는 제작되어 실험적으로 그 성능이 검증되었으며, 위치센서의 피드백 없이 개루프제어로도 정밀제어가 가능할 수 있음을 보였다.

후 기

본 연구는 (주)삼성전기의 지원을 받아 이루어졌으며, 이에 관계자분들께 감사드립니다.

참고문헌

[1] P. Kauhanen, J. Rouvinen, 2006. "Actuator for Miniature Optical Image Stabilizer", 10th International Conference on New Actuators.
 [2] C. W. Chiu, C. P. Chao, D. Y. Wu, 2007. "Optimal Design of Magnetically Actuated Optical Image Stabilizer Mechanism for Cameras in Mobile Phones via Genetic Algorithm", IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 43, No. 6, pp. 2582 - 2584
 [3] 백현우, 허영준, 송명규, 박노철, 박영필, 박경수, 임수철, 박재혁, 2008. "손떨림 보정을 위한 OIS액추에이터 개발", 한국소음진동공학회 2008년 추계학술대회논문집, pp. 509~511.