



6 절 링크 방식의 날갯짓 초소형 비행체 설계 및 실험

Experimental Study on a Flapping-Wing Micro Air Vehicle Using a Six-Bar Linkage

저자 (Authors)	이준희, 김영환, 전재혁, 신상준, 김종암
출처 (Source)	제어로봇시스템학회 국내학술대회 논문집 , 2016.3, 15-16 (2 pages)
발행처 (Publisher)	제어로봇시스템학회 Institute of Control, Robotics and Systems
URL	http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE06649442
APA Style	이준희, 김영환, 전재혁, 신상준, 김종암 (2016). 6 절 링크 방식의 날갯짓 초소형 비행체 설계 및 실험. 제어로봇시스템학회 국내학술대회 논문집, 15-16.
이용정보 (Accessed)	서울대학교 147.46.118.*** 2017/04/28 12:09 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독 계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

6 절 링크 방식의 날갯짓 초소형 비행체 설계 및 실험 Experimental Study on a Flapping-Wing Micro Air Vehicle Using a Six-Bar Linkage

○이 준 희¹, 김 영 환¹, 전 재 혁¹, 신 상 준^{1, 2}, 김 중 암^{1, 2*}

¹) 서울대학교 우주항공공학과 (TEL: 02-880-7391; E-mail: jhlee4860@snu.ac.kr)

²) 서울대학교 항공우주신기술연구소 (TEL: 02-880-1915; E-mail: chongam@snu.ac.kr)

Abstract This paper presents an experimental study on a Flapping-Wing Micro Air Vehicle (FWMAV) using a six-bar linkage mechanism. To design the mechanism, a conceptual design process was employed, and then the design was analyzed using a multi-body dynamic program. The designed FWMAV was manufactured and verified by a high-speed camera and a six-force external balance. As a result, the FWMAV's aerodynamic performances such as thrust and moments were confirmed through the experiment.

Keywords flapping wing, MAV

1. 서 론

날갯짓 비행체는 고정익 비행체에 비해 제자리비행(hovering)이 가능하고 비행효율이 우수하기 때문에 최근 국내외 여러 기관에서 활발한 연구를 진행되고 있으며, 다양한 메커니즘을 이용하여 비행체를 설계하고 있다⁽¹⁻⁵⁾. 본 논문에서는 6절 링크 방식의 날개 스팬(span)이 150mm 이하인 비행체 구현을 목표로 하고, 초기 설계과정을 정립하였으며, 설계 안의 기구학적 거동 정확성과 실현 가능성 예측을 위해 다물체 동역학 해석 프로그램을 이용하였다. 제작된 초소형 비행체는 초고속 카메라와 6축 외장형 밸런스를 이용하여 설계 값과 일치하는지 확인되었고, 각 방향 제어력 발생여부도 검증되었다.

과(θ) 날갯짓 각도크기(Φ)를 조절 할 수 있다. 이를 통해 그림 2와 같이 각 날개의 공력중심을 이동하여 제어력을 발생시킬 수 있다.

이와 같은 6절링크 날갯짓 비행체는 그림 1의 개념설계 절차에 따라 기구학적 해석프로그램(RecurDyn)을 이용하여 설계 안의 수정/보안 작업을 거쳤다(그림 3).

2. 본 론

2.1 설계 절차 및 개념 설계

현재까지 진행된 여러 날갯짓 비행체의 경우 초기 설계 단계에 대한 기구학적, 해석적 과정이 거의 기술되어 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 제작과정에서의 시행오차를 줄이고자 그림 1과 같은 개념설계 절차를 확립하였다.

본 논문에서 고안한 6절 링크의 개념은 그림 1과 같다. 6절 링크는 joint 위치 조절을 통해 날갯짓의 운동면

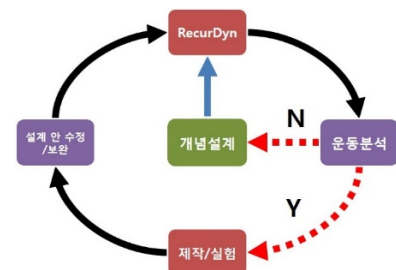


그림 1. 개념설계 절차

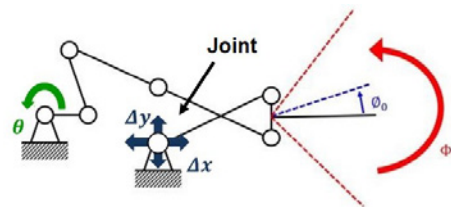


그림 2. 6절 링크 개념도

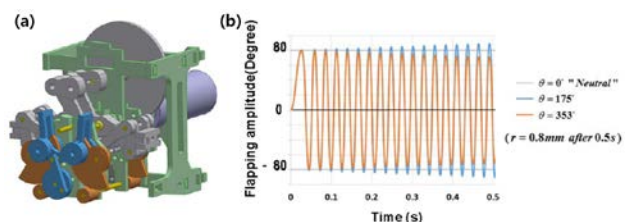


그림 3. 6절 링크 개념도

* 본 연구는 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단 첨단 사이언스-교육 허브개발사업(No. NRF-2011-0020559), 국방 생체 모방 자율로봇 특화연구센터를 통한 방위사업청과 국방과학연구소의 지원을 받아 수행된 연구임(UD130070ID)

2.2 날갯짓 구동기 제작

설계된 날갯짓 구동기는 0.005 mm의 정확도를 갖는 CNC를 이용하여 가공하였으며, 가공재료는 epoxy/glass laminate이다. 모터와 기어는 didel사의 상용품을 사용하였고 기어는 20:1의 감속비를 사용하였다. 인공날개는 각각 60 mm의 크기를 갖고 있으며 날개막은 15 micron의 폴리에틸렌(PET)를 사용하였다. 제작된 구동기는 길이 15 cm, 너비 2.7 cm, 길이 3.3 cm, 무게 8.3 g 이다.

2.3 날갯짓 구동기 검증 실험

그림 4는 joint 위치를 조절하여 각 날개의 제어력 (pitch, yaw, roll) 발생을 위한 모션 초고속카메라로 나타낸 것이다. 촬영결과 구동기 날갯짓 각도는 예측했던 해석 결과와 5° 이내의 차이를 보이며 비교적 일치하는 것을 보였다.

또한 구동기의 제어력이 실제로 발생하는지 확인하기 위해 ATI의 Nano-17을 사용하여 실험장치를 구성하였고, 날갯짓 주파수 18 Hz에서 약 14 g의 추력이 발생하는 것을 확인하였다. 현재 제작된 구동기는 8.3 g 이므로, 비행이 가능할 것으로 판단된다. Pitch, roll, yaw moment의 경우도 각각 원하는 방향으로 제어력이 모두 발생하는 것으로 나타났으며, 6절링크 메커니즘을 이용한 초소형 날갯짓 비행체의 비행 가능성을 확인할 수 있었다.

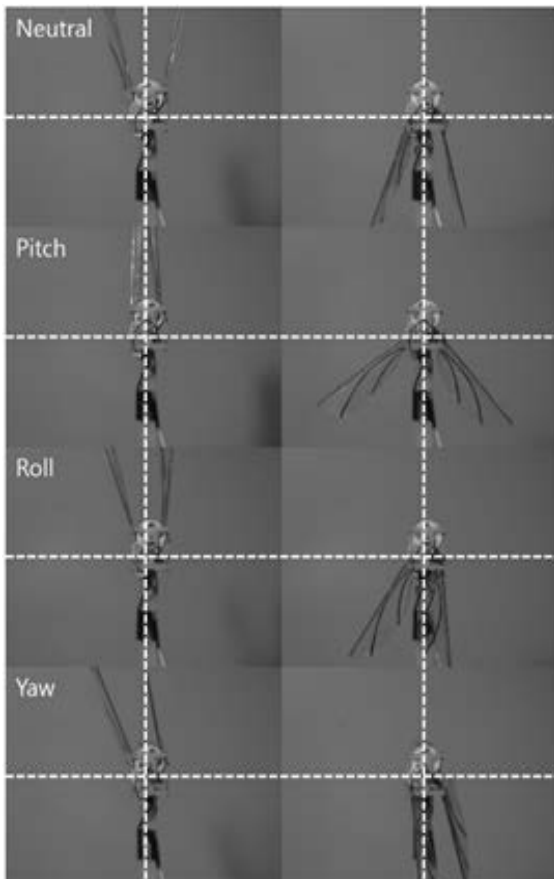


그림 4. 제작된 구동기의 제어력 발생 모션

3. 결 론

본 연구에서는 6절 링크를 이용하여 날갯짓 구동기를 설계 및 제작하고, 실험을 통해 날갯짓의 성능과 제어력을 발생을 확인하였다. 이를 위해 개념설계 절차를 확립하였고, 3D CAD와 CNC를 이용하여 설계안을 보완/수정을 거쳐 정밀제작을 수행하였다. 초고속 카메라를 이용한 날갯짓 성능 실험에서는 neutral, pitching, rolling 그리고 yawing의 4가지 경우에 대한 날개 궤적을 촬영하여 설계 값과 실험결과가 거의 일치하는 것을 확인하였다. 또한 제어력이 실제로 발생하는지 확인하기 위해, 6축 밸런스를 이용한 실험을 수행한 결과, 모든 경우에서 원하는 방향의 모멘트가 발생하는 것을 확인하였다. 이를 통해 6절 링크를 이용한 초소형 날갯짓 비행체의 비행 가능성을 확인할 수 있었다. 향후 제작된 날갯짓 구동기의 안정화와 날개 설계 과정을 통해 수직이륙 실험을 수행할 계획이다.

참고문헌

- [1] J. H. Kim and C. Kim, "Computational investigation of three-dimensional unsteady flowfield characteristics around insects' flapping flight," *AIAA Journal*, Vol. 49, 953-968, 2011
- [2] J. H. Park and K. J. Yoon, "Designing a biomimetic ornithopter capable of sustained and controlled flight," *Journal of Bionic Engineering*, vol. 5, pp.39-47, 2008.
- [3] M. Keennon, K. Klingebiel, H. Won, and A. Andriukov, "Development of the nano hummingbird: A tailless flapping wing micro air vehicle," *AIAA Aerospace Sciences Meeting*, 2012
- [4] R. J. Wood "The first takeoff of a biologically inspired at-scale robotic insect," *IEEE Trans. Robot.* 24 341-7, 2008
- [5] de Croon, G. C. H. H., de Clercq, K. M. E., Ruijsink, R., Remes, B., and de Wagter, C., "Design, Aerodynamics, and Vision-Based Control of the DelFly," *International Journal of Micro Air Vehicles*, Vol. 1, No. 2, June 2009, pp. 71-97.