

쿼드로터 시스템의 실내 실험을 위한 실험장치 설계 및 개발 Design and Implementation of a Test-bed for Experimental Studies of a Quad-rotor System

○ 임 정 근, 정 슬

(Jeong-Geun Lim and Seul Jung)

충남대학교 메카트로닉스공학과 지능 및 감성공학 실험실

Abstract : 본 논문에서는 쿼드로터의 제어 실험을 효율적으로 할 수 있도록 실험 장치를 설계 및 제작 하였다. 쿼드로터 시스템의 기본적인 실험, 즉 자세제어를 하기위해서는 롤, 피치, 요 각과 고도제어를 구현할 수 있어야 한다. 본 실험장치는 이러한 기본 실험을 수행할 수 있도록 설계 및 제작되었다. 실험장치를 통해 쿼드로터가 어느 정도의 부하를 견딜 수 있는지 측정할 수 있도록 게이지도 부착하였다. 쿼드로터의 실제 호버링 제어를 통해 실험장치의 성능을 평가하였다.

Keywords : test-bed, quadrotor system, attitude control

I. 서 론

군사지역의 정찰 업무나 위험 지역의 탐사 등을 목적으로 최근에 무인 비행체에 대한 관심이 늘고 있다. 최근에는 교통 모니터링, 산악지역 촬영 등과 같은 민간 분야에서도 널리 사용되고 있다.

무인 비행체는 착륙 방식에 따라 수직 이착륙방식의 VTOL(Vertical take-off and landing)방식과 통상이착륙방식의 CTOL(Conventional take-off and landing)방식으로 나뉜다. 쿼드로터 시스템은 대표적인 수직 이착륙 시스템으로, 활주로가 필요하지 않아 복잡한 지형에서의 정찰이 유리하고, 호버링 뿐만 아니라 전 방향 움직임이 가능한 장점이 있다. 이러한 이유로 많은 분야에서 쿼드로터 시스템을 개발하고, 필요에 따라 여러 가지의 형태로 제작하고 있다.

이처럼 무인비행체인 쿼드로터에 대한 관심이 많아지면서 많은 대학이나 연구소에서 쿼드로터에 대한 연구를 하고 있다[1-4]. 쿼드로터에 대한 연구를 시작하기 위해서는 쿼드로터를 제작하고 그 시스템에 대한 실험이 필요하게 된다. 실외에서 실험하기 전에 실내에서 우선적으로 실험을 통해 제어의 성능을 검증해야 한다.

하지만 쿼드로터 시스템은 빠른 회전의 프로펠러를 통해 추력이 발생하는 시스템이므로 근처에서 실험하는 것이 매우 위험하다. 또한 쿼드로터 시스템을 제작하고 비행 여부를 실험하는 과정에서 시스템이 파손되거나 인명 피해가 발생하는 일이 발생할 수 있다. 또한 정확한 시스템의 특성이나 추력 등을 알 수가 없다.

따라서 본 논문에서는 쿼드로터 시스템의 안전한 실험을 위한 실험장치를 제작하였다. 실험장치는 기본적으로 자세제어를 수행할 수 있고 쿼드로터의 추력을 실험할 수 있다.

그림 1에 보여진 것 같이 3D 캐드 프로그램인 CATIA를 이용하여 자세제어와 추력 테스트가 가능하도록 모델링 하였고, 이를 바탕으로 실험장치를 제작하였다. 그리고 비행이 가능한 쿼드로터 시스템을 이용하여 실험장치의 기능을 실험하였다.

II. 본 론

1. 실험장치 모델링

실험장치는 불안정한 쿼드로터 시스템을 안정할 때까지 실험할 목적으로 만든다. 쿼드로터의 성능이 좋지 못하여 불안정 하더라도 시스템의 파손이나 인명피해가 발생하지 않도록 그림 1과 같이 알루미늄 프로파일을 이용해 제작하였다. 그림 2는 롤, 피치, 요 움직임의 나타낸다.

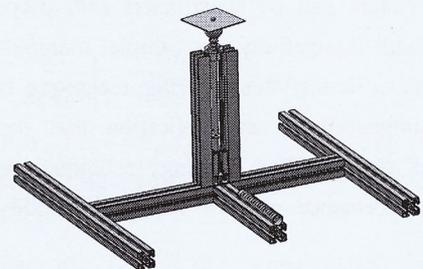


그림 1. Test bed

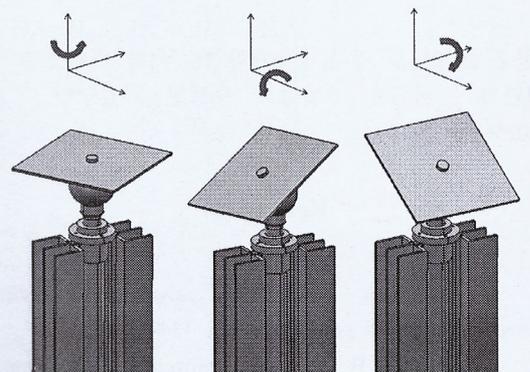


그림 2. 연결부 3축 회전

쿼드콥터의 자세를 제어하기 위해 쿼드콥터와 실험장치의 연결부는 3축에 대한 회전이 자유롭도록 제작하였다. 볼 캐스터 위에 연결부를 설치하여 쿼드콥터와 연결할 수 있도록 설계하였다. 볼 캐스터를 사용하였기 때문에 자세제어에 대한 성능을 실험할 수 있다.

또한 쿼드콥터의 추력을 실험하기 위해서 그림 3과 같이 실험장치의 가운데 부분이 상승하도록 제작하였다.

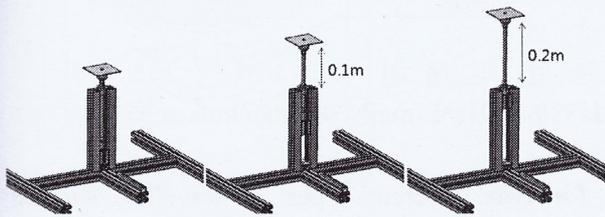


그림 3. 추력 제어

기존의 실험장치는 자세제어만을 위해 제작 되었지만, 본 논문에서 제안된 실험장치는 축이 상승하도록 되어 있어 비행할 수 있는 추력을 안전하게 실험할 수 있다. 축이 일정하게 올라가도록 하기 위해 베어링을 설치하여 가이드 역할을 하도록 하였다.

또한 쿼드콥터의 비행 여부를 실험하기 위해 그림 4와 같이 실험장치의 축이 움직일 수 있도록 제작하였다.

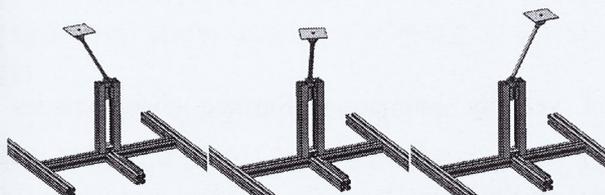


그림 4. 비행제어

3. 실험

쿼드콥터와 0.7kg의 Test bar보다 큰 추력이 발생하면 쿼드콥터는 Test bar와 함께 위로 상승한다. 이것을 통해 쿼드콥터가 비행을 할 충분한 추력을 가지고 있는지, 또는 얼마만큼의 하중을 들어 올릴 수 있는지 실험할 수 있다.

그림 5는 Test bed위에서 쿼드콥터의 자세제어 실험을 나타낸다. 그림 6는 추력실험을 하는 모습이다. 쿼드콥터가 상승하는 것을 볼 수 있다.

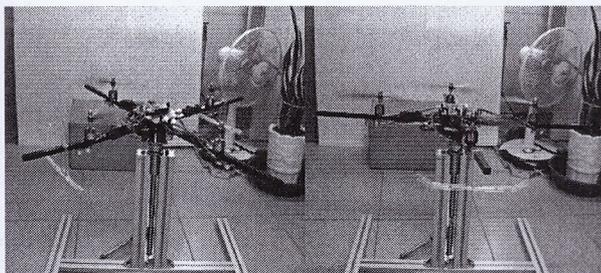
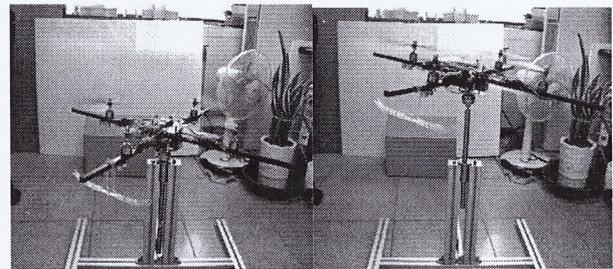


그림 5. 자세제어 실험



(a) 자세 제어 (b) 추력 실험
그림 6. Test bed 위에서의 추력 실험

마지막으로 그림 7은 비행 실험을 보여준다. 실험장치 위에서 쿼드콥터의 움직임 제어를 실험할 수 있다.

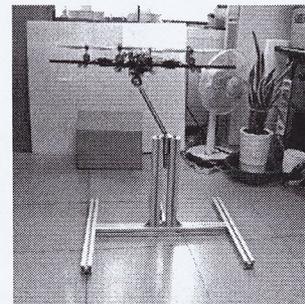


그림 7. 비행 실험

III. 결론 및 추후과제

본 논문에서는 실내 환경에서 쿼드콥터의 위치 제어를 실험하기 위해 실험장치를 개발하였다. 쿼드콥터의 자세제어 뿐만 아니라 경로제어도 가능하다. 또한 기존의 롤, 피치, 요 각만 제어하는 실험장치와 달리 추력을 제어할 수 있다. 추력제어시 부하를 측정할 수 있어 쿼드콥터의 부하 성능을 쉽게 실험할 수 있다. 실제 실험을 통해 실험장치의 성능을 검증하였다.

감사의 글

본 논문은 교육과학기술부의 일반 연구 사업(KRF 2011-0027055)과 지식경제부의 융복합형 로봇전문인력 양성사업 AIM의 일부 지원으로 수행되었습니다.

V. 참고 문헌

[1] GRASP, University of Pennsylvania, https://www.grasp.upen.edu/success_story/aggressive_maneuvers_autonomous_quadrotor_flight
 [2] ETH, http://www.idsc.ethz.ch/Research_DAndrea/FMA
 [3] S. H. Jeong and S. Jung, "A Vision-Based Localization of a Quad-rotor System", *URAI*, 2012
 [4] S. H. Jeong and S. Jung, "Position Control of a Quad-rotor System", *RiTA*, 2012