

쿼드로터의 자율비행을 위한 로보스트 제어기 설계

김민*·변기식*·김관형**

*부경대학교 제어계측공학과

**동명대학교 컴퓨터공학과

Quad-rotor Robust Controller Design for Autonomous Flight

Min Kim*·Gi-Sik Byun*·Gwan-Hyung Kim**

*Dept. of Control & Instrumentation, Pukyong National Univ.

**Dept. of Computer Eng., Tongmyung Univ.

E-mail : kmmate@gmail.com

요약

최근까지 무인 항공기는 군사적인 목적으로 활용하기 위해 활발하게 연구 되어 왔다. 근래에 들어 레저용, 또는 상업용으로 활용도가 급격히 증대되고 있다. 이에 국내외의 대학 및 연구기관에서 무인항공기의 자동 비행 제어시스템을 위한 연구를 활발히 진행되고 있다. 최근 들어 무인항공기로 제어하기가 쉽고 활용도가 높은 쿼드로터 비행체가 각광을 받고 있는데 이미 많은 연구가 진행되어 왔다. 이러한 쿼드로터는 4개의 로터의 속도 제어로 비행체의 위치제어가 가능하다. 쿼드로터의 구조적인 이점으로 제어가 쉬운 반면 바람과 같은 외란에 매우 취약하다는 단점이 있어 실제 위치 제어가 쉽지가 않다.

본 논문에서는 외란(disturbance)에 취약한 쿼드로터의 위치제어를 안정하게 제어하기 위해 비행체의 자세 측정 센서인 관성측정장치(Inertial Measurement Unit)를 만들어 비행체의 자세를 측정 할 수 있도록 하였다. IMU는 자이로(Gyro)와 가속도(Accelerometer) 센서를 융합하여 비행체의 Roll, Pitch, Yaw 자세를 계측할 수 있도록 하였다. 본 논문에서는 일반적인 PID 제어기법을 적용하여 기존의 쿼드로터의 비행체에 대한 제어 성능을 실험을 제시하고자 한다.

키워드

IMU, Gyro, Accelerometer, PID, Quad-rotor Robot

I. 서론

최근 환경감시 및 군사용으로 사용되는 무인비행기(UAV, Unmanned Aerial Vehicle)에 관한 연구가 활발하게 연구되고 있다. 이러한 소형 비행 로봇 중에서 쿼드로터형 비행체는 전 방향과 수직 이착륙 및 정지 비행이 가능하므로 자율 비행을 위한 연구가 활발히 진행중이며, MIT, Stanford, ETH Zurich 등의 대학에서는 충돌회피, 협동제어 등에 대한 연구가 진행 중에 있다. 본 연구에서는 설계된 쿼드로터 플랫폼에 대하여 간단한 PID 제어기 설계를 통하여 쿼드로터 비행체의 자세 제어에 대한 안정성과 응답 동특성을 분석하여 더욱 우수한 비선형 제어 알고리즘을 적용하기 위한 토대를 마련하고자 한다.

II. 쿼드로터 시스템 구성

본 논문에서 구현한 쿼드로터 비행체에 대한 시스템 구성도는 그림 1과 같다. 사용된 마이크로 프로세서는 ATmega128을 이용하여 구성하였으며, 12[V]용 4개의 BLDC 모터를 드라이빙 하였으며, 모터의 속도 제어는 PWM 신호를 이용하여 4개의 프로펠라를 구동 하였다. 또한 비행상태를 계측하기 위하여 3축 가속도 센서를 설치하여 Roll(ϕ), Pitch(θ), Yaw(ρ)를 계측하여 쿼드로터의 자세 제어에 사용하였다.

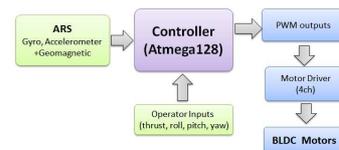


그림 1. 쿼드로터 시스템 구성도

III. 쿼드콥터의 구동원리

쿼드콥터의 구동원리는 그림 2와 같이 십자형 프레임을 통하여 서로 반대되는 두 쌍의 모터를 서로 반대 방향으로 회전 하는 구조를 가지고 있다. 이러한 구조의 특징은 회전하는 두 쌍의 회전 속력을 같게 하면 프로펠라의 회전에서 생기는 반토크가 서로 상쇄되는 특징이 있어 두 쌍의 모터의 속도를 적절하게 제어하면 쿼드콥터의 자세 및 다양한 운동 방식을 제어할 수 있게 된다. 즉, 프로펠라에 의해 발생하는 추력과 프로펠라의 외전 방향과 반대 방향으로 존재하는 토크의 크기를 조절함으로써 쿼드콥터의 운동을 제어하는 것이다. 이러한 동작원리를 그림 2에 제시하였다.

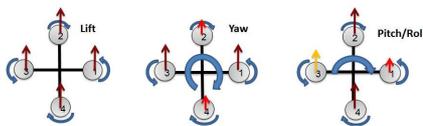


그림 2. 쿼드콥터의 구동원리

비행체의 자세를 측정하기 위해 Kalman Filter와 쿼터니언(Quaternion)으로 ARS(Attitude Reference System)를 설계하였으며, 3차원 자이로 센서와 가속도 센서에서 측정된 각도를 Kalman Filter 알고리즘을 적용하여 쿼드콥터에 대한 자세를 계산하여 PID 제어 알고리즘에 적용하였다.

IV. 구현 및 결과

본 논문에서 사용된 쿼드콥터 비행체에 대한 사진은 그림 3과 같으며, 원격지와의 통신을 위하여 무선통신 모듈인 Xbee-Pro ZigBee 모듈을 사용하였다. 또한, 쿼드콥터의 무게를 고려하여 작고 가벼운 Li-polymer 3셀 2200[mAh]를 사용하였다.



그림 3. 쿼드콥터 시스템의 구성

본 논문의 실험은 안전성을 위하여 3축 중 롤(ϕ) 각과 요(ρ)각을 고정시킨 상태에서 피치(θ) 각에 대한 균형 특성을 제시하였다. 4개의 프로펠라의 운동은 그림 2의 피치 운동 상태를 기초로 하였으며 동일한 두 BLDC 모터의 속도를 위하여 PID 제어를 이용하였다.

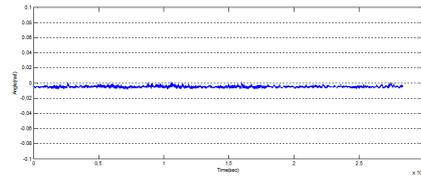


그림 4. Pitch 방향에 대한 수평 균형 자세

V. 결 론

본 논문은 쿼드콥터 비행체 제어 시스템에 일반적인 PID 제어를 적용하여 일차적으로 비행체의 안정적인 자세제어를 수행하였으며 여러 가지 동특성을 분석하였다. 이러한 연구를 바탕으로 향후 연구과제로 인공지능 제어기법이나 최적제어기법을 적용하여 보다 우수한 성능을 제시하기 위한 초기 단계로 연구를 수행하였다.

참고문헌

- [1] 김병하, “소형 쿼드콥터 비행체의 모델식별 및 강인 제어 시스템 설계”, 건국대학교 대학원, 석사학위, 2011
- [2] 원대연, “쿼드콥터 무인항공기 동역학 모델링 및 제어시스템 설계 연구”, KIAST 석사학위, 2008
- [3] Tommaso Bresciani, Modeling, Identification and Control of a Quadrotor Helicopter, M.S. thesis, Lund University, 2008.