

Quad-rotor's stabilization control with Fuzzy + I method

*신현수, *최정연, **정경권, ***김주웅, *오정훈, *엄기환
*동국대학교 전자공학과
**Hallym University
*** New power electronics

e-mail : remyname@msn.com, kihwanum@dongguk.edu

*Heon-Soo Shin, Ki-Hwan Eom
Department of Electronic Engineering, Dongguk University

Abstract

In this paper, we propose a control method to improve control performance for a Quad-rotor Unmanned Aerial Vehicle's stabilization. The proposed method is the Fuzzy+I control that contains a fuzzy controller which processes signals from the error and the change of error, and generates the control signal by summing up fuzzy output signal and integral signal. We simulated and experimented on the fuzzy+I control method by implementing Quad-rotor UAV that is able to hovering, for the purpose of verifying the effectiveness of the proposed fuzzy+I control method in comparison with general PID control, and we found out that fuzzy+I controller improved control performance of the system.

I. 서론

UAV는 여러방면에서 응용이 가능한 항공기이다. 본 논문에서 구현한 Quad-rotor UAV는 호버링이 가능한 소형 로봇으로써 실내외에서 재난감시용, 무인항공촬영, 보안용, 군사용 등의 여러분야에서 응용하여 사용될 수 있다.

본 논문에서는 Quad-rotor UAV의 제어 성능을 향

상시키기 위해서 Fuzzy+I 제어 방식을 제안한다. 제안한 제어 방식은 오차와 오차의 변화분을 입력으로 하고, 하나의 출력을 가지는 퍼지 제어기에 적분 제어를 결합한 형태의 제어기이다. 제안한 Fuzzy+I 방식의 제어 성능을 확인하기 위해 Quad-rotor UAV를 제작하고 시뮬레이션 및 실험을 통해 일반적인 PID 제어 방식과 비교, 검토한다.

II. 본론

2.1 Quad-rotor UAV

Quad-rotor UAV는 그림 1.에서 보는 바와 같이 네 개의 rotor를 동력원으로 하는 RF control robot이다.



그림 1. Quad-rotor UAV

일반적으로 항공체의 제어는 yaw, roll, pitch 세 방향으로 나누어져 있다. 기체의 진행방향을 x축이라 하고, 진행방향을 y축, 상하 방향을 z축으로 할 때, 기체

가 x축을 중심으로 회전하는 것을 roll, y축을 중심으로 회전하는 것을 pitching, z축을 중심으로 회전하는 것을 yaw라고 한다.

Quad-rotor UAV의 제어 성능 확인을 위해서 수학적 모델링을 하면 그림 2.와 같이 표현되고, 이를 이용하여 운동 방정식을 정리하였다.

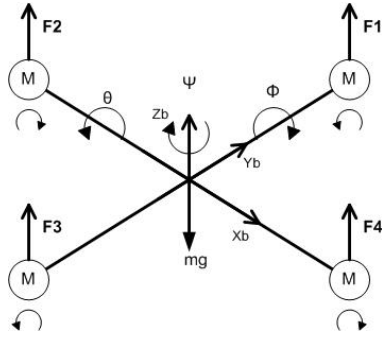


그림 2. 3D Quad-rotor UAV model.

$$\ddot{x} = u_1(\cos\phi\sin\theta\cos\psi + \sin\phi\sin\psi) - \frac{k_1}{m}\dot{x}$$

$$\ddot{y} = u_1(\cos\phi\sin\theta\sin\psi + \sin\phi\cos\psi) - \frac{k_2}{m}\dot{y}$$

$$\ddot{z} = -g + u_1(\cos\phi\cos\theta) - \frac{k_3}{m}\dot{z}$$

$$\ddot{\theta} = Iv_2 - I\frac{k_4}{J_1}\dot{\theta}$$

$$\ddot{\phi} = Iv_3 - I\frac{k_5}{J_2}\dot{\phi}$$

$$\ddot{\psi} = u_4 - I\frac{k_6}{J_3}\dot{\psi}$$

$$u_1 = (F_1 + F_2 + F_3 + F_4)/m$$

$$u_2 = (F_1 - F_3)/J_1$$

$$u_3 = (-F_2 + F_4)/J_2$$

$$u_4 = C(F_1 - F_2 + F_3 - F_4)/J_3$$

2.2 Fuzzy+I control

제안한 방식은 그림 3. 블록선도와 같이 퍼지 시스템의 입력으로 들어오는 오차와 오차의 변화분은 퍼지화기를 거쳐 퍼지추론엔진으로 전달되고 퍼지제어규칙에 따라 퍼지추론이 이루어지고 이 출력 수치는 다시 비퍼지화기를 통해 출력된 후, 적분제어기와 결합한다.

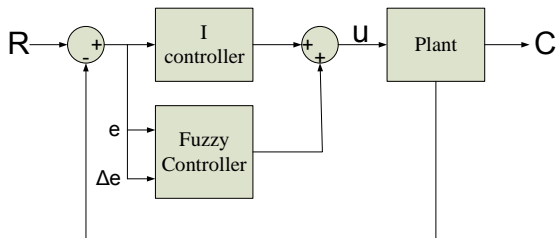


그림 3. Block diagram of Fuzzy+I controller.

퍼지화기는 연산이 비교적 간단한 triangular fuzzifier를 사용하였고, 퍼지추론방식은 min-max 방식을 사용하며, 비퍼지화기는 center of gravity방식을 채택하였다.

III. 시뮬레이션

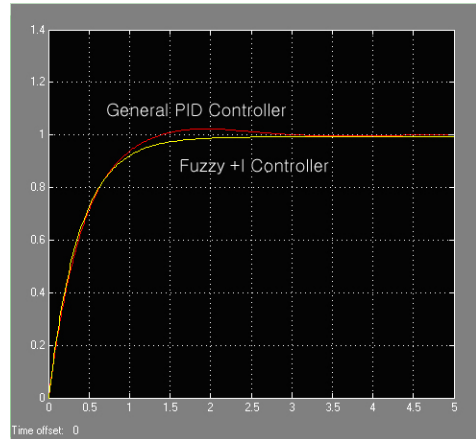


그림 4. Stabilization response.

그림 4.와 같이 일반 PID 제어기와 Fuzzy+I 제어기의 stabilization response를 시뮬레이션을 통해 얻었고, 제안한 방식이 일반 PID 제어기의 성능보다 우수함을 확인하였다.

IV. 결론

본 논문에서는 일반 PID제어기의 성능 개선을 위하여 Fuzzy+I 제어방식을 제안하였고, Quad-rotor UAV를 제작, 이용하여 실험 및 시뮬레이션을 통해 일반 PID제어기에 비하여 제어 성능이 개선되었음을 확인하였다.

참고문헌

- [1] 이규윤, Two-wheel Balancing Mobile Robot of Fuzzy PD+I control Method, 2006.
- [2] Li-Xing Wang, A Course in Fuzzy Systems and Control, Prentice Hall, 1997.
- [3] Kong Wai Weng, Design and control of a Quad-rotor Flying Robot For Aerial Surveillance, SCORed, 2006.
- [4] P.Castillo, Simple Real-time Attitude Stabilization of Quad-rotor Aircraft With Bounded Signals, IEEE, 2006