

자유 비행체의 3자유도 자세제어에 관한 연구

A Study on the 3-DOF Attitude Control of Free-Flying Vehicle

°박 덕 기*, 박 문 수**, 김 병 두***, 정 원 재****, 조 성 민*****, 홍 석 교*****

* 아주대학교 전자공학과(Tel : 81-031-219-2489; Fax : 81-031-212-9531 ; E-mail:duckgee@madang.ajou.ac.kr)

** 아주대학교 전자공학과(Tel : 81-031-219-2489; Fax : 81-031-212-9531 ; E-mail:)

*** 아주대학교 전자공학과(Tel : 81-031-219-2487; Fax : 81-031-212-9531 ; E-mail:)

**** 아주대학교 전자공학과(Tel : 81-031-219-2487; Fax : 81-031-212-9531 ; E-mail:)

***** 아주대학교 전자공학과(Tel : 81-031-219-2489; Fax : 81-031-212-9531 ; E-mail:)

***** 아주대학교 전자공학부(Tel : 81-031-219-2330; Fax : 81-031-212-9531 ; E-mail:)

Abstract : Helicopter offer the signigicant advantage over traditional air vehicles, in that they provide extended maneuverability, such as vertical climb, hovering, longitudinal and lateral flight, hovering turns and bank turns. But helicopter have the strong cross couplings and nonlinearities for each lateral, longitudinal and rotational motion mutually. However, it is possible to ignore this couplings for the hovering condition, so using this properties we can control the attitude of helicopter. That is, by implementing the dynamic of each rotational axis(roll, pitch, yaw) of independent mutually, 3-DOF(Degree of Freedom) attitude control for the helicopter is possible. In this paper, we identify decoupled input-output relations of each three rotational axis about the helicopter mounted on the 3-DOF gimbal by experiment, and on these basis implement 3-DOF attitude controller using the PID control method.

Keywords : PID control, decoupled input-output

1. 서론

헬리콥터는 일반 고정익 항공기와는 그 비행 특성에서 많은 장점을 보인다. 정지 비행, 측면 비행, 후진 비행 등의 헬리콥터의 고유한 비행 특성으로 인해 사람이 접근하기 힘들거나 위험한 공간에서의 작업등을 비롯하여 산불 감시, 농약 살포 등의 많은 적용이 가능하다. 실제 헬리콥터로는 그 작업이 힘들거나 적절하지 못한 용도에서 모형 헬리콥터의 대체가 필수적이다. 이러한 적용을 위해서는 헬리콥터의 자세 및 위치제어가 필요한데 헬리콥터가 가지고 있는 심한 비선형적 특성과 각 입출력 관계에 있어서 심한 상관관계를 보인다. 이러한 이유가 헬리콥터의 제어를 어렵게 하는데 모형 헬리콥터는 비행 특성이나 시스템의 특성이 실제의 헬리콥터와 매우 유사하나 상대적으로 가벼운 중량과 외부 상황에 매우 민감하여 실제 헬리콥터보다 제어하기가 매우 힘들다.

헬리콥터의 많은 비행 특성 중에서 가장 중요하고 적용 가능성이 많은 것이 정지비행이다. 본 논문은 모형 헬리콥터의 정지비행시의 시스템 모델링과 3자유도 자세제어에 관한 연구를 다루고 있다. 많은 논문[1],[2]에서는 헬리콥터의 각 입출력에서 보이는 심한 상관(cross coupling) 때문에 다변수 시스템으로 모델링, optimal control(LQG/LTR)이나 robust control(H_{∞}), Nonlinear control, Fuzzy 등의 제어기법으로 자세제어를 시도하였다. 본 논문에서는 헬리콥터의 정지 비행 시에 시스템의 각 상태변수들이 선형 구간 있으므로 선형 시불변(LTI) 시스템으로 모델링하게 된다.

본 논문에서 제시되는 첫 번째 문제는 모형 헬리콥터의 정지비행시의 시스템 특성을 독립된 입출력, 선형 시불변 시스템으로서 모델링하는 것이다. 그리고 독립된 입출력 관계를 이용하여 헬리콥

터의 정지비행을 안정화하고 자세를 제어할 수 있는 PID제어기를 설계하는 것이 두 번째로 제시되는 문제다.

정지비행시의 모형 헬리콥터의 심한 비선형 다변수 시스템 특성을 선형화시켜 각 독립된 입출력 관계를 통한 시스템 모델링으로써 정지비행시 자세 제어가 가능함을 실험을 통하여 증명하여, 이로써 독립 입출력 모델의 타당성을 증명한다.

2. 시스템 모델링

모델링의 주목적은 제어기를 설계하기에 적당토록 정지 비행 중인 헬리콥터의 선형 시불변 모델을 구하는 것이다. 헬리콥터의 복잡성 때문에 완벽하게 동적 특성을 추출해내기는 매우 어렵다. 모델링 오차를 아주 잘 추정할수 있는 identification 방법은 실험을 통하여 얻은 데이터 전체에 나타나 있는 불확실성을 아주 간단하게 극복할수 있다. identification을 위해서 입출력 데이터를 주기 20ms로 샘플링 하였다. 3자유도의 자세 정보를 얻기 위해서 우리가 사용한 방법은 헬리콥터를 3자유도 김벌에 구속하여 김벌 각축에 엔코더를 일치시켜 헬리콥터의 각 방향으로의 자세 정보를 추출하였다. 향후 김벌의 3자유도 구속을 통한 엔코더에서의 자세 정보추출을 벗어나 INS 센서를 통한 완전한 3자유도, 6자유도 자세 및 위치 정보를 추출할 계획이다.

3자유도 모델에서 헬리콥터의 자세에 관련된 정보는 롤(roll), 피치(pitch), 요(yaw)로써 헬리콥터 무게중심을 원점으로 하는 각 축의 각도가 된다. 시스템에 영향을 미치는 다른 요인들 없애기 위해서 헬리콥터 엔진의 드로틀(throttle)과 메인 로터(main rotor)의 환