

# 터보 젯 엔진을 위한 강인성 궤환 제어기의 설계 : 시간영역 해석

## Design of Robust Feedback Controller for Turbo Jet Engine : Time Domain Approach

손영창, 김승우, 지원호  
((주)삼성항공)

가스터빈 엔진은 민간 항공분야와 방위 무기의 발달과 더불어 성능이 향상되어 왔고, 그 역할도 증대하였다. 성능 향상과 역할 증대에 따라 처리하여야 할 일의 양과 그 속도가 증가하게 되면서 엔진 제어 난이도도 증가하고 제어기법도 향상되고 있다. 이에, 전자공학의 발달에 힘입어 전자식 엔진 제어기가 엔진제어의 임무를 수행하게 되었고, 근래에는 기체의 무게감소와 신뢰성 향상이라는 이중 이익을 위해 FADEC(Full Authority Digital Engine Controller)엔진 제어기까지 등장, 사용되고 있다.

가스터빈 엔진의 제어는 일반적으로 비선형 시스템에 관한 모델링 단계와 성능 해석 결과를 이용한 보상기 설계 및 제어 단계의 3부분으로 크게 분류된다. FADEC이란 개념이 정착되기 이전에는 통상적인 제어 법칙인 PID(Proportional Integral Derivative) 방법이 사용되었으나, 시스템의 복잡화와 다변화에 의하여 modern control 개념이 고려된 새로운 제어 방법이 사용되기 시작하였다. 본 논문에서는 엔진 제어에 실제적으로 이용할 수 있는 제안된 제어 법칙을 이용하여 실제 엔진 모델에 적용하여 시뮬레이션함으로써 새로운 제어 법칙이 엔진 제어에 적용 가능성을 보이고자 한다.

본 연구에서는 강인성 제어의 한 분야인 LQG용 observer를 이용한 단축 터보 젯 엔진의 RPM 속도 제어에 대하여 이론을 전개하고 실제 엔진 모델에 대한 시뮬레이션을 실시하였다. 먼저 일반적인 시불변 선형 연속 시스템에 대하여 상태 출력 궤환 제어기를 전개하여 asymptotic stability를 얻기 위한 충분 조건을 도출하고, 다음으로 실제 터보 젯 엔진으로부터 구한 시스템 모델에 대하여 observer를 이용한 출력 궤환을 통한 추적 제어를 실시하였다. Output feedback의 경우에 대한 시스템의 안정화 충분 조건을 도출하고 여기에 BIBO 안정화를 추가로 엔진에 적용하였다. 실제 엔진과 더 가까운 상황을 재현하기 위해 제어 입력부의 saturation을 함께 고려한 경우에 대하여도 고찰하였다.