

유연한 매니플레이터의 시스템 동정과 강건제어

Identification and Robust Control of a Flexible Manipulator

송세환, 박창용**

* 금오공과대학교 대학원 기전공학과(Tel: 054-467-4406; Fax: 054-467-4200; E-mail: seiwan@knut.kumoh.ac.kr)
 ** 금오공과대학교 대학원 기전공학과(Tel: 054-467-4215; Fax: 054-467-4200; E-mail: cypark@knut.kumoh.ac.kr)

Abstract : This paper presents an application of Mixed-Sensitivity H_∞ control of a flexible manipulator. Firstly the detail model transfer function is derived from system identification. The objective is to position the free end of the beam with model including uncertainties and disturbance. we derive multiplicative uncertainties based on frequency response from difference between detail model and reduced model for designing controller. Finally we compare simulation results with experimental results.

Key words : Robust Control , Mixed Sensitivity H_∞ control , Identification

1. 서론

유연구조물의 진동제어 문제는 제어대상이 우주공학의 분야에서는 구조물의 대규모화, 토목공학분야에서는 고층화, 로봇 및 메카트로닉스 분야에서는 고속화, 소형화 및 경량화로 됨에 따라서 상대적으로 유연화 되는 경향이 있으며 그 중요성이 증가하고 있다. 유연구조물의 진동제어 문제의 커다란 특징으로서는 모델링과 저차원화의 문제, 스페일오버(spillover)문제, 배치(collocation) 문제로 대변하여 나눌수 있다. 모델링문제는 시스템을 묘사하는데 따른 부정확한 문제이며, 저차원화 문제는 일반적으로 유연구조물이 무한 자유도를 갖고 있어 이것을 저차원으로 하여 제어할 때 생기는 문제이다. 이 때 무시된 진동모드의 영향이 제어기 및 센서에서 잡음으로 나타나 실제 구조물이 고차모드에서 불안정해지는 경우가 스페일오버 문제이며, 배치문제는 액츄에이터와 센서의 위치가 달라서 이들 사이에 전달함수의 부정확한 원인에 의해 생기는 문제이다.

본 논문에서는 유연한 로봇조작기를 최소자승법을 이용한 오차예측법중에서 ARMAX(Autoregressive moving average exogeneous input)모델로 고차인 상세모델을 구하고 그 모델을 근거리 판심 주파수 영역에서의 저차인 설계용 모델을 도출한다. 이러한 설계용모델로의 저차원화 하는 과정에서 발생하는 모델화 오차로 인한 스페일오버 문제를 상보감도함수의 정의로부터 고주파 영역의 계인을 작게 하여 센서노이즈 영향을 줄인다. 또한 외란에 대하여 감도함수를 저주파 영역에서의 계인을 작게 함으로서 추종성이 좋은 H_∞ 혼합감도 문제를 구성한다. 먼저 2장에서는 본 논문의 실험장비에 대해서 간단한 설명을 하고 3장에서는 무한 자유도를 가지는 탄성빔의 모델을 렌덤한 구형과 입력에 대한 시스템출력을 이용 상세모델과 H_∞ 제어기 설계를 위한 설계용모델을 구하고 4장에서는 설계용모델로 저차원화하는 과정에서 발생하는 모델화 오차를 구하고 그에 따른 가중함수를 구한다. 또한 5장에서는 구하여진 가중함수를 이용하여 H_∞ 혼합감도법을 이용하여 시스템 외란과 잡음의 영향에 강인한 제어기를 설계하고 6장에서는 시뮬레이션을 함으로서 제어기의 성능을 알아본다.

2 실험용 장치

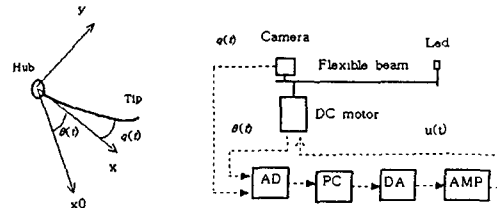


그림 1. 유연성 매니플레이터 모델

본 논문의 실험장치는 길이 1.2m이고 폭 0.0254m 두께 0.0032m인 알루미늄빔의 한 쪽 끝은 토크 제어입력 DC모터에 고정되어져 있으며 다른 한 쪽은 자유단이다. 탄성변위 $q(t)$ 는 발광다이오드 신호를 빔의 고정단에 부착된 카메라(Nikkor 85mmf/1.8D)로 측정을 하며 모터의 각 변위 $\theta(t)$ 는 분해율이 12,000인 엔코더로 측정을 한다(그림 1). 빔 제어시스템은 IBM 586PC에 AD/DA 보드(LapPC- NI.co)를 이용하여 일정 샘플타임 신호를 생성하고 토크변환 AMP(PWM Servo Ampalifire With Power Supply)로의 전압 제어입력을 출력한다.

3 시스템 모델링

다음으로는 제어대상을 선형이산시간모델로 모델링해서 그 후에 연속시간 시스템으로 변환한 후 필요한 모델을 구한다. 일반적으로 모델링하기 위해서는 동정(identification) 모델의 표현을 어떻게 할 것인가? 파라미터(Parameter) 추정 알고리즘을 쓸 것인가? 그리고 동정입력과 샘플링 타임을 어떻게 결정할 것인가가 중요하다. 여기서는 모델 표현으로서 ARMAX모델로서 표현하고 파라미터 추정 알고리즘으로 최소자승법 사용한다. 그리고 적당한 샘플타임을 선정한다. 샘플링타임을 빠르면 빠를수록 좋지만 너무 빠른 샘플링 타임은 잡음의 영향을 크게 받을 수 있으므로 주의를 요한다. 실 시스템과 근사한 상세모델을 구하고 데시메이션(decimation) 과정을 거쳐 저차의 설계용 모델을 구한다.