로봇 매니퓰레이터를 위한 신경회로망을 이용한 간편 슬라이딩 모드 제어

Sliding Mode Control using Neural Network for a Robot Manipulator

°박윤명*, 박양수**, 최부귀***
Yoon-Myung Park, Yang-Su Park, Boo-Kwi Choi

* 동아대학교 전자공학과 (Tel :+82-51-200-6733; E-mail: g9773005@mail.donga.ac.kr)
** 경남정보대학교 제어시스템정보과 (Tel : +82-51-320-1347)
*** 동아대학교 기.자.컴 공학부 (Tel : +82-51-200-7704)

Abstract : The position control accuracy of a robot manipulator is significantly deteriorated when a long arm robot is operated at a high speed. This paper presents a very simple sliding mode control which eliminates multiple mode residual vibration in a robot manipulator. The neural network is used to avoid that sliding mode condition is deviated due to the change of system parameter and disturbance. This paper is suggested control system which designed by sliding mode controller using neural network The effectiveness of proposed scheme is demonstrated through computer simulation.

Keyword : robot manipulator, sliding mode, neural nework, tip position.

1. 서론

현재 산업 현장의 자동화와 생산성 증대 및 해양, 항공, 우주 등 여러 분야에서 강체 로봇은 많이 응용되고 있다. 그러나 강체 로봇 자체의 무게와 크기로 인하여 넓은 공간 차지, 구동 장치가 커짐, 구동 에너지 증가, 동작 속도 증가의 어려움 등 많은 단점을 가지고 있다.

이를 개선하기 위해 로봇의 무게를 보다 가볍게 함으로써 유연성, 에너지의 효율성, 안정성 등을 증대시키는 유연한 로봇 매니퓰레이터(빔)의 관한 연구가 필요하게 되었다. 하지만 유연한 빔의 유연성으로 인해 동작시 진동을 일으키므로 정밀한 위치 제어나 궤적 제어를 위해서는 진동을 효율적으로 제어해야 한다는 문제점을 가지고 있다. 이를 보완하기 위해서는 탄성을 고려한 시스템의 모델을 개발하여 보다 정밀한 동역학 방정식과 효율적인 제어 알고리즘이 필요하게 된다. 그러므로 본 논문에서는 슬라이딩 모드 제어를 이용하여 유연한 빔의 탄성과 위치를 제어하고, 큰 외부 외란이나 시스템의 파라메터 변화에 기인한 슬라이딩 평면 조건이 깨짐을 방지하기 위해 신경회로망의 학습 기능을 추가하여 강인한 제어 시스템을 설계하고자 한다.

유연한 빔의 진동 감소는 피드백 제어, 기준 궤적 신호 제어 등 여러 가지 방법으로 얻어 질 수 있다. 대다수 작업이 시스템 상태 즉 센서의 측정이나, 관찰자의 평가, 진동을 줄이기 위한 피드백 제어 법칙으로 사용되어지는 피드백 제어가 행해 졌다.

피드백 제어 기법에 대한 연구는 스트레인 게이지를 이용한 최적제어 및 슬라이딩 모드 제어, 가속도 신호를 이용한 PID 제어 등과 같이 다양하게 시도되고 있다.

본 논문에서는 슬라이딩 모드 제어기를 설계할 때 미리 정해 주어야 하는 외부 외란이나 시스템의 변수 변동의 불확실 정보의 양의 최대치에 대한 초기 가정이 실제 시스템 동작 상황에서 만족되지 않을 때, 신경회로망의 적응 학습 기능에 의해 슬라이딩 모드의 존재 조건을 만족하는 추가적인 제어입력을 적절히 만들어 기대이상의 외부 외란을 적절히 대처 할 수 있도록 함으로서 안정된 동작 수행과 견실한 제어기로서 로봇 매니퓰레이터 제어 시스템을 그림 1과 같이 구성하였다.

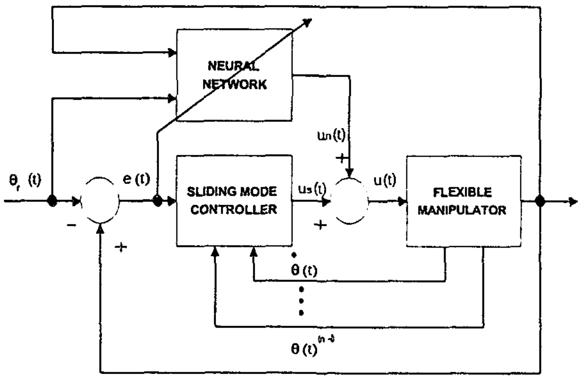

그림 1 제어시스템 구성

2. 유연한 매니퓰레이터(beam : 빔)의 모델

가정모드방법(assumed mode approach)을 이용하여 고정 자유단(clamped free) 구조를 갖는 유연한 로봇 빔을 간단히 모델링하고 제안된 동역학 방정식에서 상태공간 방정식을 구체보다 수

내었다. 유연한 빔의 한쪽 끝은 모터에 고정되어 있고 다른 한쪽 끝은 자유로운 고정 자유단 구조의 상태공간 방정식을 유도한다. 빔은 관성모멘트 I , 길이 l 을 가지며, 빔의 각 변형은 $\theta(t)$로써 표시되고 모터가 $\theta(t)$만큼 회전할 경우 유연한 빔은 w(x,t)의 빔의 휨 즉 탄성변형이 발생한다. 임의의 점 x에 대한 탄성변형 w(x,t)는 가정된 모드 방법을 이용하면 다음과 같이 표현된다.

$$w(x,t) = \sum_{i=1}^{n} \Phi_i(x) q_i(t) \quad (i = 1,2,....n-1) \qquad (1)$$