

## 시간지연추정 슬라이딩모드제어기와 형상기억합금 작동기를 위한 적용

이효직\* (한국표준과학연구원), 이정주 (한국과학기술원), 김종호 (한국표준과학연구원), 이정일 (한국표준과학연구원), 강대임 (한국표준과학연구원)

주제어 : 시간지연추정, 슬라이딩모드제어, 형상기억합금 작동기

형상기억합금 작동기는 스마트 작동기의 대표주자로서 부피 대비 발생력이 다른 어느 재료보다 우수하고, 모터와 같은 작동소음이 발생하지 않으며, 온도변화에 의한 간단한 작동원리로 근래에 많은 연구자들의 관심을 받아왔다. 그러나, 온도변화 대 변위 곡선을 살펴보게 되면 이력곡선, 포화현상 등의 강한 비선형성을 내재하고 있고, 대류조건에 따른 온도외란에 민감하다. 이로 말미암아 정밀한 위치제어에 상당한 문제를 수반하고 있으며, 기존의 PID제어기나, 모델기저 제어기를 사용하게 될 경우 정상상태오차와 한계사이클 등의 현상이 나타나는 것으로 문헌에 보고되고 있다.

따라서 본 연구에서는 형상기억합금의 정확한 정량적 모델 정보를 요구하지 않는 제어기와 외란 등에 강인한 성능을 갖는 비선형 제어기로서 시간지연추정 슬라이딩모드제어 방법을 제안하고, 이를 형상기억합금 작동기에 적용해 보았다. 논의의 순서는 다음과 같다. 우선 형상기억합금 작동기의 모델을 수립하고 이를 검증하였다. 본 연구에서 제시한 모델은 기존의 Liang 모델의 단점을 개선한 것이다. 다음 이 모델정보를 기반으로 시간지연추정 슬라이딩모드 제어기를 수립하였다. 기존의 슬라이딩모드 제어기에 비해 본 연구에서 제시한 시간지연추정 슬라이딩모드 제어기는 모델정보에 대한 요구를 크게 약화시킨 것으로 정량적 모델을 구하기 어려운 시스템에 적용이 용이하다는 장점이 있다. 마지막으로 제시한 제어기를 비롯한 다른 여러 제어기를 형상기억합금 작동기에 적용하여 비교해 보았다. 시간지연추정을 사용하는 대표적인 강인제어기인 시간지연제어기와 본 연구에서 제시한 시간지연추정 슬라이딩모드 제어기를 비롯하여, 지금까지 형상기억합금 작동기에 적용되어 온 제어방법인 릴레이제어기와 함께 비교를 하였다. 기존의 슬라이딩모드 제어기는 떨림현상이 크게 나타나는 단점을 슬라이딩면 근처에 경계층을 도입하는 sat함수를 사용하여 해결하였는데 본 연구에서도 경계층이 있는 것과 없는 것에 대하여 논하고 실험결과를 비교하였다. Fig. 1에 각종 제어기법을 적용한 형상기억합금 작동기의 위상그림을 나타내었다. 경계층을 갖는 시간지연추정 슬라이딩모드제어, 시간지연제어, 시간지연제어기저 PID제어 방법은 모두 비슷한 성능을 나타내었으며, 반면에 릴레이제어와 경계층이 없는 시간지연추정 슬라이딩모드제어는 떨림현상이 크게 나타남을 알 수 있었다.

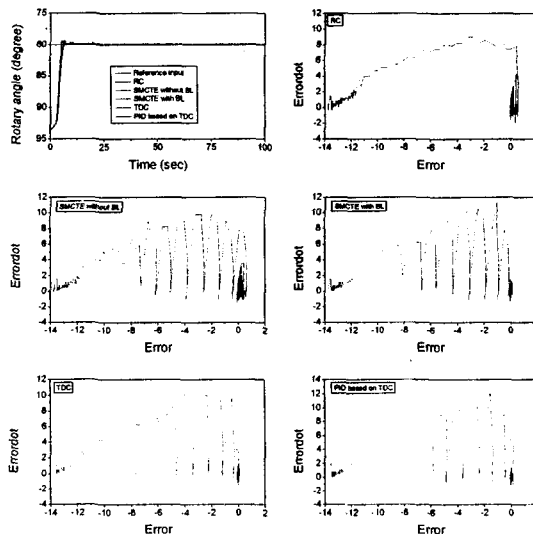


Fig. 1 Step response and phase portrait of RC, SMCTE without boundary layer and with boundary layer, TDC and PID based on TDC