

슬라이딩모드 제어기를 이용한 원격 제어 선박의 속도 제어

김현우*, 우운태

*중소조선연구원 조선해양연구본부 스마트선박ICT융합연구센터

*kimhw@rims.re.kr, ytwoo@rims.re.kr

Speed Control of Remote Control Boat using Sliding Mode Controller

HyunWoo Kim*, Yun-Tae Woo

*Smart Ship ICT-Convergence Research Center, Shipbuilding and Offshore Engineering Research Division, Research Institute of Medium and Small Shipbuilding (RIMS)

요약

슬라이딩 모드 제어기는 외란에 강인한 제어기로서 산업에서 일반적으로 사용되는 PID제어기보다 정밀하고 강인한 제어가 가능하다. 현재 활발히 연구되고 있는 원격제어 선박의 경우 파도, 조류, 바람 등의 외란이 있는 해상환경에서 정확한 경로로 이동을 위해 정밀한 속도 및 침로 제어를 요구한다. 본 논문은 원격제어 선박의 정밀하고, 외란에 강인한 속도제어를 위해 슬라이딩 모드 알고리즘을 개발 한다.

I. 서론

최근, 원격 제어 또는 자율운항 선박으로 패러다임 전환이 이루어짐에 따라 다양한 원격 기술들의 개발이 이루어지고 있다. 원격 및 자율 운항 기술들은 사람의 탑승 없이 험난한 해양 환경에서 다양한 임무 수행을 가능하게 한다. 험난한 해양 환경의 외란으로부터 선박의 강인한 제어를 위해 슬라이딩모드가 많이 사용된다[1]. 슬라이딩모드 제어기는 산업에서 일반적으로 사용되는 PID제어기 보다 정밀하고 강인한 제어가 가능하다. 현재 활발히 연구되고 있는 원격제어 선박의 경우 파도, 조류, 바람 등의 외란이 있는 환경에서 정확한 경로로 이동을 위해 정밀한 속도 및 침로 제어를 요구한다. 본 논문에서는 원격제어 선박의 정밀하고, 외란에 강인한 속도제어를 위해 슬라이딩 모드 알고리즘을 개발한다.

II. 본론

슬라이딩 모드 속도 제어기는 식(1)과 같다. 식(1)에서 u_u 는 요구되는 속도를 내기위한 추력, m 은 선박의 무게, \dot{u}_d 는 요구되는 속력, e_u 는 속도 에러, s_u 는 슬라이딩 모드 평면을 나타낸다.

$$u_u = m[c_2 s_u + \dot{u}_d + c_1 e_u - f_u + \beta_1 \frac{s_u}{|s_u| + \varepsilon_1}] \quad (1)$$

식(1)에서 c_1, c_2 는 제어기의 성능 조정을 위한 파라미터고, $\frac{s_u}{|s_u| + \varepsilon_1}$ 는 제어기의 채터링을 없애주기 위해 sign함수를 대체한 것이다. Surge Controller의 슬라이딩 평면은 $s_u = e_u + c_1 \int_0^t e_u d\tau$ 이다.

슬라이딩 모드와 PID를 이용하여 선박의 속도제어를 시뮬레이션한 결과 fig 1. 과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 슬라이딩 모드는 붉은 색의 선이고 슬라이딩모드는 파란색의 선으로 슬라이딩 모드 제어기가 PID에 비해 응답 특성 및 수렴속도가 더 빠른 것을 확인할 수 있다.

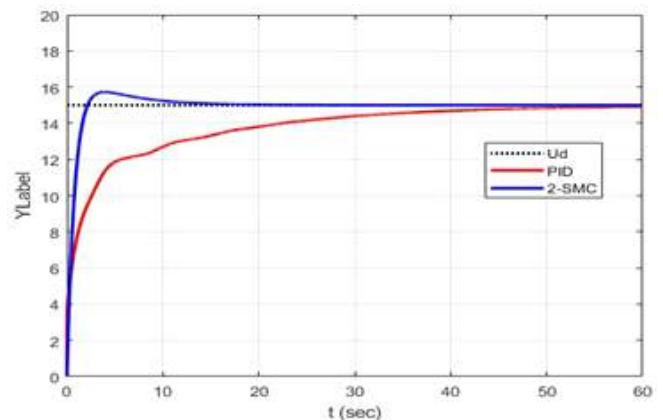


fig 1. Boat Speed Control Simulation using SMC and PID

III. 결론

본 논문은 원격제어 선박의 속도제어를 위한 슬라이딩모드 제어 알고리즘을 개발하고 시뮬레이션 하였다. 향후 연구를 통해 슬라이딩 모드 제어를 실제 선박에 탑재하여 원격제어선박의 속도제어의 유용성 검증할 수 있을 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2022년도 해양수산부의 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 [과제명: 친환경선박 보급 확산을 위한 한국형 친환경선박(그린쉽-K) 해상실증 기술 개발 / 과제번호 : PJT201579].

참고문헌

- [1] Kim, HyunWoo, and Jangmyung Lee. "Robust sliding mode control for a USV water-jet system." International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering 11.2 (2019): 851-857.