

Manta type UUV의 슬라이딩 모드 제어기 설계에 관한 연구

김희수* · 손경호** · †이승건

* 부산대학교 대학원, ** 한국해양대학교 조선해양시스템공학부 교수, † 부산대학교 조선해양공학과 교수

A study on the sliding mode controller of Manta type UUV

Heui-Su Kim* · Kyoung-Ho Sohn** · †Seung-Keon Lee

*Graduate school of Pusan National University, Busan 627-706, Korea

**Division of naval architecture and ocean systems engineering, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

† Department of naval architecture and ocean engineering, Pusan National University, Busan 627-706, Korea

요 약 : 본 연구에서는 Manta type UUV의 비선형 수학적모델과 유체력 미계수를 소개하고, 자유항주실험용으로 제작된 Manta type UUV의 슬라이딩 모드 제어기 설계를 다루고 있다. 비선형운동에 대해 강인한 제어기를 설계하기 위해서 슬라이딩 모드 제어 기법을 사용하였고, 조류의 영향을 고려한 6자유도 운동 수학적모델을 기반으로 하는 심도 및 방위제어기를 설계 하였다. 또한, 설계된 심도 및 방위 제어기의 성능을 컴퓨터 시뮬레이션으로 확인하였다.

핵심용어 : 만타형 무인잠수정, 수중운동체, 슬라이딩 모드 제어, 강인제어, 심도제어, 방위제어

ABSTRACT : In this study, the nonlinear mathematical model of Manta type UUV is derived the hydrodynamic derivatives and the sliding mode controller of Manta type UUV test bed is designed. The sliding mode control scheme is used for robust control on the nonlinear motion. The designed controller is used the depth and heading control. It is based on the 6 DOF mathematical model with effect of the ocean currents. As a result, the performance of the designed controller is confirmed by computer simulation.

KEY WORDS : Manta type UUV, Underwater Vehicle, Sliding mode control, robust control, depth control, heading control

1. 서 론

심해와 같은 극한 환경에서 인간을 대체하여 작업하기 위하여 무인잠수정이 개발되고 있다. 현재 선진국에서는 무인잠수정의 군사적/경제적 중요성으로 인하여 연구개발 투자를 지속적으로 확대하고 있으며, 국내에서는 아직 소요가 없어서 대부분 기초 및 응용연구 수준에 머물러 있지만 앞으로 다양한 활용이 가능한 무인잠수정의 집중적인 연구가 절실히 요구된다.

Manta type UUV는 미 해군에서 90년대 중반부터 연구되기 시작한 개념으로 평시에는 잠수함(모함)선체에 부착되어 있다가 작전시에 탈착되어 임무를 수행할 수 있는 개념이다. 국내에서도 2000년대 이후 Manta type UUV에 대한 연구가 수행되고 있으며, 본 논문에서는 Manta type UUV의 자유항주실험용 모형에 적용 가능한 심도 및 방위제어기를 슬라이딩 모드 제어를 이용하여 설계하였다.

2. Manta type UUV

본 연구에서는 실제 Manta type UUV의 1/8 스케일의 자유항주실험용 모형을 사용하며, 형상과 체원은 Fig. 1, Table 1로 나타낸다.

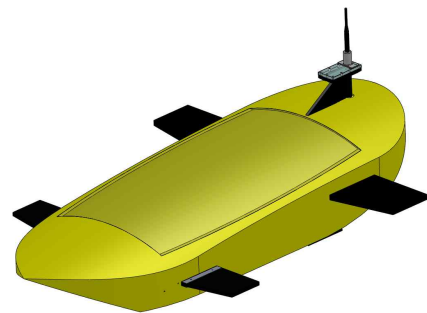


Fig. 1 MUUTV(Manta type Unmanned Underwater Test Vehicle)

† 교신저자 (중신회원), leesk@pusan.ac.kr 051)510-2441

* 연회원, taiero@pusan.ac.kr 051)510-2755

** 중신회원, sohnkh@hhu.ac.kr 051)410-4303

Table 1 Specification of MUUTV

Item	Dimension
Fuselage	
length	L = 1.5 m
breadth	B = 0.55 m
:	:
(중략)	(중략)

3. 6자유도 운동 수학모델

3.1 기본 6자유도 운동 수학모델

Manta UUV의 6자유도 운동 수학모델을 구축하기 위한 기본식은 다음과 같다.

$$m[\dot{u} - vr + wq - x_G(q^2 + r^2) + z_G(pr + \dot{q})] = X \quad (1)$$

$$\vdots$$

(중략)

4. 슬라이딩 모드 제어기

4.1 심도제어(중략)

Manta type UUV의 심도제어를 위한 슬라이딩 모드 제어기 설계를 위하여 선형화된 운동방정식을 정리하면 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} \dot{q}(t) \\ \dot{\theta}(t) \\ \dot{z}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.1955 & -0.6363 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q(t) \\ \theta(t) \\ z(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1.5418 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \delta_s(t) \quad (2)$$

슬라이딩 모드 제어기 설계를 위하여 원하는 극점 [0 -1 -2]에 위치시키면 슬라이딩 평면과 수평타각의 제어법칙은 식 (3), (4)와 같이 설계된다.

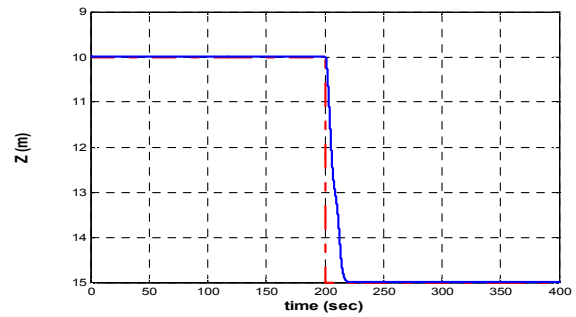
$$\sigma_s = \tilde{q} + 3\tilde{\theta} - 2\tilde{z} \quad (3)$$

$$\delta_s(t) = -1.8189 \cdot \tilde{q}(t) - 0.8845 \cdot \tilde{\theta}(t) - 12.9717 \cdot \tanh\left(\frac{\sigma_s(t)}{1.5}\right) \quad (4)$$

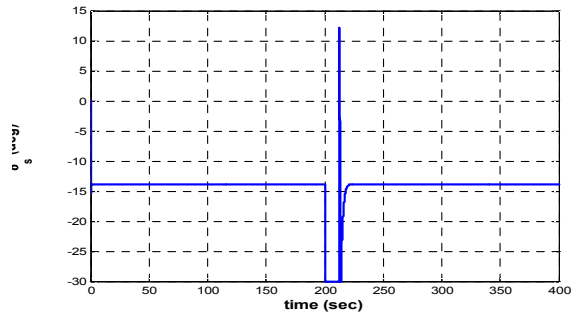
5. 컴퓨터 시뮬레이션

5.1 심도제어

초기속도는 1m/s이고 수심 10m지점에서 200초 후에 수심 15m로 하강하는 시뮬레이션을 수행하였다. Fig. 2에서와 같이 목표심도에 잘 추종함을 알 수 있다.



(a) Desired depth and MUUTV depth



(b) Control input

Fig. 2 Depth control simulation(without current)

6. 결 론

본 연구에서는 MUUTV의 조류 중에서의 6자유도 운동 수학모델을 구성하였고, 설계된 제어기를 적용하여 조류에 대한 심도 및 방위제어를 수행하였으며 강인한 제어 성능을 확인하였다.

후 기

본 연구는 수중운동체 특화연구센터(UVRC)의 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- [1] 이승건(2010), 선박의 내항성과 조종성
- [2] 배준영, 손경호(2008), Manta형 무인잠수정의 조종운동 특성에 미치는 유체력미계수의 민감도 해석에 관한 연구, 한국해양학회지 32권 8호, pp. 603~609.
- [3] 김형동, 김준영, 김시홍, 이승건(2011), 만타형 UUV의 제어기 설계에 관한 연구, 한국해양학회지 35권 5호, pp. 359~363.
- [4] Healey, A. J. and Lienard, D.(1993), "Multivariable Sliding-Mode Control for Autonomous Diving and Steering of Unmanned Underwater Vehicles", IEEE Journal of Oceanic Engineering, Vol. 18, No. 3, pp. 327-339.