

# 분주율 가변을 이용한 무딘 물체의 자세제어

## Bluffbody Motion Control Based on Variable Division Ratio

\*#박철우<sup>1</sup>, 김경원<sup>2</sup>, 이춘영<sup>1</sup>, 김규만<sup>1</sup>

\*#C. W. Park(chwoopark@knu.ac.kr)<sup>1</sup>, K. W. Kim<sup>2</sup>, C. Y. Lee<sup>1</sup>, G. M. Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 기계공학부, <sup>2</sup>경북대학교 대학원 기계공학과

Key words : Bluffbody, Feedback Control, Positioning System

### 1. 서론

일반적으로 자세제어를 위한 환경을 물리적으로 구현하기 위해서는 동물의 감각신경에 해당하는 센서와 센서에서 보내지는 신호를 처리하는 알고리즘 그리고 신호를 바탕으로 움직임을 만들어내는 운동체가 필요하다. 본 연구에서는 무딘 물체(bluffbody)가 수중의 조건에 배치되었을 경우 무게중심의 변화 및 기타 외부 조건에 따라 자세가 기울어져 있을 경우, 계측장비의 원활한 작동을 위한 원래의 평형된 위치로 복원할 수 있도록 자세를 유지하기 위한 제어 알고리즘 및 시스템 평가를 목적으로 하였다. 성능 평가를 위한 시스템 조건으로는 두 개의 자유도(degree of freedom)를 가정하여 연구를 수행하였다.

### 2. 실험방법 및 고찰

기울기 센서(tilt sensor)는 물체의 기울어짐을 측정하는 센서로 자세 제어를 위한 분야에서 많이 활용되고 있는 대표적인 계측 센서이다. Fig. 1은 본 연구에서 사용된 초기 포지셔닝을 유지하기 위한 내부 피드백 컨트롤 구성을 보여주고 있다. vessel안은 rolling과 rotation을 제어하기 위한 기울기 센서 모듈이 가운데 위치해 있고 무게 중심을 조절하기 위한 모터와 무게 추, 그리고 수직, 수평 방향의 랙 기어로 구성되어있다.

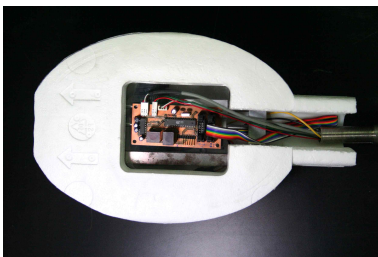


Fig. 1 Schematic of vessel containing feedback control module

기울기 센서는 물체가 기울어지는 각도에 따라 출력전압이 달라지고 모터에 입력된 펄스 주파수  $f$ 는 다음과 같다.

$$f = \frac{f_{clk}}{2y} \quad (1)$$

여기서  $f_{clk}$ 는 클럭소스의 주파수이고  $y$ 는 클럭소스의 분주값이고 다음과 같다.

$$y = \frac{\theta_{max} \cdot H \cdot L}{(H-L)\theta + \theta_{max} \cdot L} \quad (2)$$

$\theta$ 는 센서에서 인지한 기울기 값이고  $\theta_{max}$ 는  $\theta$ 의 최대설정 값이다. H와 L은 각각 펄스간격의 최대값과 최소값이다.  $\theta_{max}$  이상의 기울기가 입력될 때는  $\theta_{max}$ 가 입력되는 것과 같도록 설정해주어  $\theta_{max}$ 가 낮을수록  $y$ 의 최소값에 빨리 접근하게 된다. 분주비  $y$ 가 낮을수록 모터에 입력되는 주파수는 높아지므로  $\theta$ 가 클수록 모터의 이동속도는 빨라진다.

Fig. 2는 기울기에 따른 모터의 이동속도를 나타내고 있다. 기울기 값이 최대가 될수록 모터의 이동속도 또한 선형적으로 빨라진다.

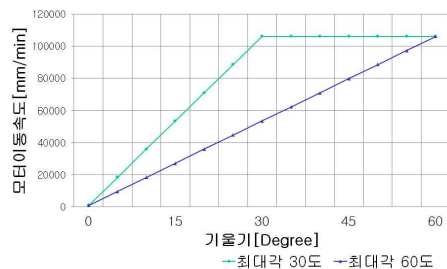


Fig. 2 relationship between tilt and motor velocity

이는 분주율의 경우 기울기 각도가 최대치에 근접할수록 분주값이 점점 작아져 클럭소스의 주파수값이 최대치가 되기 때문이다. 또한 기울기 각도의 차이에 따라서 모터의 이동속도가 선형성을 가지는 것은 센서모듈에서 내보내는 펄스 신호의 최대값과 최소값의 비율이 일정하기 때문에 모터 주파수는 기울기 각도에 따른 분주비에 영향을 받고 있음을 알 수 있다. 시스템에서 사용하는 모터는 입력되는 펄스 주파수에 비례하여 회전하며 기울기 각도가 커질수록 모터의 RPM 비율이 높아져서 원상태로 돌아오려는 복원력이 커짐을 알 수 있다.

### 3. 결론

본 논문에서는 유동장내에서 무딘물체가 무게 중심이 변화하여 원래 상태를 벗어났을 때, 분주율에 따른 모터의 이동속도 제어 알고리즘을 이용해서 평형상태를 유지할 수 있는 포지셔닝 시스템을 설계하였다. 2자유도에 대한 안정적인 자세제어를 위하여 기울기센서로 각도를 측정 후 vessel내 모터와 랙 기어를 이용하여 무게중심을 옮기며 평행 자세를 유지하도록 하였다. 이는 모터의 이동이 분주율 계산을 통한 알고리즘에 따라 적절한 이동속도를 가지는 것을 볼 수 있었으며 자세 제어를 위한 시스템 구현에 효과적임을 알 수 있었다.

### 후기

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업(No. 201100 03941) 및 대학중점연구소지원사업(2012-000585 6)의 지원을 받아 수행된 연구임.

### 참고문헌

1. T.K. Boukas, T.G. Habertler, "High-performance induction motor speed control using exact feedback linearization with state and state derivative feedback", *Power Electronics*, 19, 1022-1028, 2004.
2. J. Chiasson, "Dynamic feedback linearization of the induction motor", *IEEE Trans. Automat. Contr.*, 38, 1588-1594, 1993.
3. M. Donya, Y.K. Aghil, B. Shahnaz, G. Hassan, M. Hessam, "Design, fabrication and hydrodynamic analysis of a biomimetic robot fish", *Int. J. Mechanics*, 2, 59-66, 2008.
4. C. Hong, C.A. Zhu, "Modeling the dynamics of bio-

mimetic underwater robot fish", *Proc. Robotics and Biomimetics*, 478-483, 2005.

5. P. Krishnamurthy, F. Khorrami, J. Leeuw, M.E. Porter, K. Livingston, J.H. Long, Jr., "A multi-body approach for 6DOF modeling of biomimetic autonomous underwater vehicles with simulation and experimental results", *Proc. Sys. and Contr.*, 1282-1287, 2009.
6. T. Kirishima, K. Sato and K. Chihara, "Real-time gesture recognition by learning and selective control of visual interest points", *IEEE Trans, Pattern analysis and Machine Intelligence*, 27(3), 351-364, 2005.