

# 스마트 부이로봇의 추진기 고장 감지 및 위치제어에 관한 연구

만동우\*, 신창주, 서정민, 권오순  
한국해양과학기술원 해양ICT·모빌리티연구부

## A Study on the Detection and Position Control of Thruster Failure of Smart Buoy Robot

Dong-Woo Man\*, Chang Joo Shin, Jung-Min Seo, O-Soon Kwon  
Maritime ICT & Mobility Research Department, Korea Institute of Ocean Science and Technology

**요약** 항로표지 장비 중 많이 사용되고 있는 등부표는 대수심에 사용하기에는 제작 및 설치에 비용이 많이 발생하는 문제가 존재한다. 또한, 태풍에 의하여 앵커가 끊어져서 유실되는 문제들도 발생하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 자가 앵커 및 추진기능을 가지는 스마트 부이로봇(SBR: Smart Buoy Robot)이 필요하다. 기존에 연구된 SBR은 고장 감지 기능의 부재로 인하여 고장 시 위치제어에 어려움이 존재하였다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 전류센서를 이용하여 고장감지 기능 및 고장 발생 시 위치제어 방법을 제안하고 있다. 제안된 방법을 검증하기 위해 추진기 고장에 따른 외란 발생 시 위치제어를 수행하였다. 실험 결과는 추진기 고장 및 외란에도 정상 작동할 수 있으며 기능적으로도 효과적인 것으로 나타났다. 따라서 제안하는 방법은 위치제어에 효용성을 가지는 것을 알 수 있다.

**Abstract** Light buoys are widely used navigational aids but have a problem in that they are expensive to manufacture and install for use in deep water. In addition, there are problems in that anchors break and are lost in typhoons. Therefore, a smart buoy robot (SBR) with self-anchor and propulsion functions is required. In previous studies, there was no failure detection function, so it was difficult to control the position when a failure occurred. To solve this problem, a fault detection function is proposed using a current sensor and a method for position control in the event of a fault. To verify the performance of the SBR, position control was performed under disturbance due to wave currents with propeller failure. Experimental results show that the SBR can operate under disturbances with propeller failure and is functionally effective. Therefore, the proposed controller is suitable for position control and has potential for actual applications.

**Keywords** : Buoy, Smart Buoy Robot, Detection of Failure Thruster, Positioning Control, Self-Anchoring

### 1. 서론

해양 4차 산업혁명을 통하여 해양산업에도 다양한 요구가 진행되고 있으며, 해양 ICT(Information and Communication Technology)에 대한 도입도 다양하게 이루어지고 있는 실정이다[1-4].

해상에서 가장 많이 사용하는 장비 중 하나가 등부표(light buoy)인데, 국내에는 약 1,700여개 정도가 사용되고 있다. 등부표는 일정한 위치에 고정되어 있으면서 등질과 등색으로 항로를 표시해주며 항해에 도움을 주고 있고, 해양 건설 현장에서 건설 장소를 알려주거나, 수중 로봇의 통신 보조 역할로 등부표를 사용하고 있다.

본 논문은 2023년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임.(항만인프라 무인원격 시공지원 시스템 기술개발)

\*Corresponding Author : Dong-Woo Man(Korea Institute of Ocean Science and Technology)

email: mandongw@kiost.ac.kr

Received March 15, 2023

Revised April 6, 2023

Accepted May 12, 2023

Published May 31, 2023

현재 등부표는 일정 위치에 앵커를 하고 있는 상황이며, 깊은 수심에서는 일반적으로 사용하기 어려운 문제가 있어서, LAMBY-100이라는 부표를 사용하고 있다. 하지만, LAMBY-100은 제작 및 설치에 비용이 많이 든다는 단점이 존재한다.

일반 등부표를 사용하기에는 수심이 깊어지며 앵커의 길이가 길어져서 파도 및 조류에 의하여 등부표가 움직이는 반경이 커져서 항로표지로서의 신뢰성이 줄어드는 문제가 발생한다.

또한, 기존의 등부표는 태풍에 의하여 앵커 사슬이 끊어지면서 일본 등지로 흘러가는 경우들이 발생한다[5]. 또한, 앞서 언급된 바와 같이 수중 로봇의 통신 보조 역할을 위한 부표로 사용할 경우에는 필요에 따라 수중 로봇을 추종해야 하는데, 현재까지는 등부표가 자력 추진이 불가하여, 수중로봇의 추력으로 끌고 가는 문제가 있다[6].

이러한 문제를 해결하기 위하여, 태양열, 풍력 등을 이용하여 에너지 하베스팅(energy harvesting)이 가능하며, 추진기가 부착되어있는 스마트 부이로봇(SBR : Smart Buoy Robot)이 필요하다. SBR이 개발되면 방파제 보수 공사와 같은 해양 건설 업무에서 일정 위치를 유지하며, 수중로봇이나 수중 작업자를 보조해주는 장비로서의 역할을 수행할 수 있다.

SBR과 관련된 기존의 연구를 보면 양식장 관리용 SBR에 대한 연구가 진행이 되고 있으나 추진기가 부착되어 일정 위치를 유지해줄 수 없도록 제작되어 있다[7,8]. 또 다른 연구를 보면 SBR에 자동 앵커링 기능을 가지고 있어서 지정 위치에 정박할 수 있고, 4개의 추진기를 가지고 위치제어 및 태풍 등에 의하여 앵커가 끊어졌을 때 태풍이 지나간 후 다시 위치로 돌아올 수 있는 SBR이 존재한다.

하지만, 기존의 SBR은 추진기 고장감지 기능이 없어서 추진기 문제 발생 시에 방향 및 위치제어에 어려움이 존재한다[9].

따라서 본 논문에서는 전류센서를 이용한 추진기 고장 감지 기능이 추가된 SBR을 개발하였으며, 고장 발생 시 SBR의 위치제어 방법에 대하여 제안하고 있다.

실험에 사용한 SBR의 고장감지 기능 및 제어기 설계와 관련된 내용은 2장에서 기술하고 있으며, 3장에서는 고장 및 고장감지 기능 유무에 따르는 위치제어 성능 검증을 위한 실험 및 고찰을 다루고 있다. 마지막으로 4장에서 결론을 요약하고 있다.

## 2. 고장감지 기능 및 제어기 설계

### 2.1 고장감지 기능

본 논문에서는 SBR의 추진기 고장감지를 위하여 추진기에 전류센서를 사용하는 방법을 고려하였다. 전류센서를 사용하여 추진기에서의 전류 출력값을 비교하여 고장을 감지하는 방식으로 구성하였다.

먼저, 전류센서의 정상 작동 및 구성을 위하여 속도 제어 입력값을 0, 100, 200으로 봤을 때, 추진기 고장 유무에 따라서 전류 출력 값을 비교해보았다. 다음 Fig. 1은 속도 제어 입력값이 0일 경우에 전류센서 측정값을 비교하고 있는데, 실선의 경우에는 정상 작동의 경우이며, 점선의 경우에는 고장이 발생한 경우이다. 속도가 0일 때는 출력값이 하나로 보이는데, 이는 고장 시 출력되는 전류가 속도 제어 입력값이 0일 경우와 동일하게 16.7mA가 출력되기 때문이다.

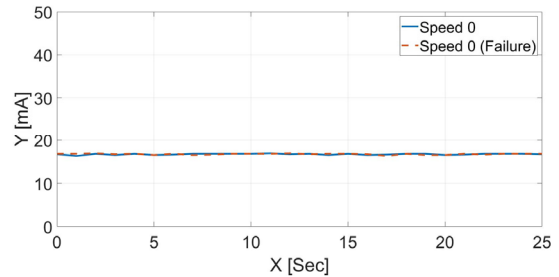


Fig. 1. The comparative current output(velocity value 0)

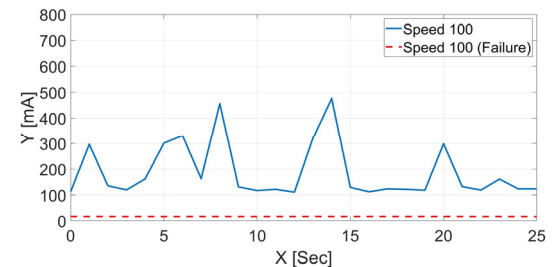


Fig. 2. The comparative current output(velocity value 100)

다음 Fig. 2는 추진기 속도 제어 입력값을 100으로 입력했을 때, 전류값을 비교한 그래프이다. 실선의 경우에는 정상 작동의 경우이며, 점선의 경우에는 고장이 발생한 경우이다. 실선을 보면 전류량이 110~162mA의 값이 측정되고 있다. 최대 400mA까지 측정이 되는데, 이는 수중에서 부하가 많이 발생하면서 값이 증가하는 것으로 보여진다.

다음 Fig. 3은 속도 제어 입력값을 200으로 입력했을 때, 전류값을 비교한 그래프인데, 앞서와 동일하게 실선의 경우에는 정상 작동의 경우이며, 점선의 경우에는 고장이 발생한 경우이다. 실선을 보면 전류량이 평균적으로 435mA의 값이 측정되고 있으며, 220mA까지 감소하는 경우가 발생하는데, 감소하는 경우는 PWM(Puls Width Modulation)을 통한 제어로 일정한 속도를 유지하기 위하여 전류값이 감소하는 것으로 보여진다.

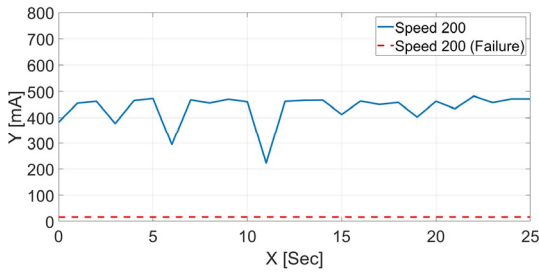


Fig. 3. The comparative current output(velocity value 200)

속도 제어 입력값이 0, 100, 200의 경우 모두에서 고장 발생의 경우에는 제어 입력값이 0일 경우와 같이 16.5mA가 측정되는 것을 확인할 수 있는데, 이는 고장이 나면 입력값과 상관없이 제어가 되지 않아 속도가 0일 경우와 같이 인식되기 때문인 것으로 보여진다.

속도 값 100, 200일 경우에는 증감하는 전류값은 평균 값 필터를 통하여 안정화시킬 수 있다. 이를 통하여 평균적으로 16mA가 측정되면 고장으로 판별할 수 할 수 있다.

## 2.2 제어기 설계

실험에 사용된 SBR은 다음 Fig. 4와 같이 구성되어있으며, (a)는 최종설계 결과이다. 현재 SBR의 시제품은 전기선박 및 해양로봇의 충전을 용이하게 하기 위하여 비표준형 부표로 구성하였으며, 선박이 정박하기 용이하도록 단면적이 X자 형태로 제작되었다[10]. 실제 제작에는 SBR의 형상을 필요에 따라 표준형 부표의 형태로 제작할 수 있다.

(b)는 위치제어 및 이동을 위한 추진기의 구성을 보여주고 있다.  $p_1, p_2, p_3, p_4$ 로 총 4개로 구성하였고 추진기는  $p_1, p_3$ 와  $p_2, p_4$ 를 각 한 세트로 구성하여 제어에 사용하고 있다. 힘의 합력을 이용한 추진 방식으로 추진기를 구성되었으며, 평행한 힘의 추진기를 한 세트 구성하여 알고리즘을 구성하므로 전력 소모가 적으며, 추진기 고장 발생 시에도 위치제어가 용이해지는 장점이 있다.

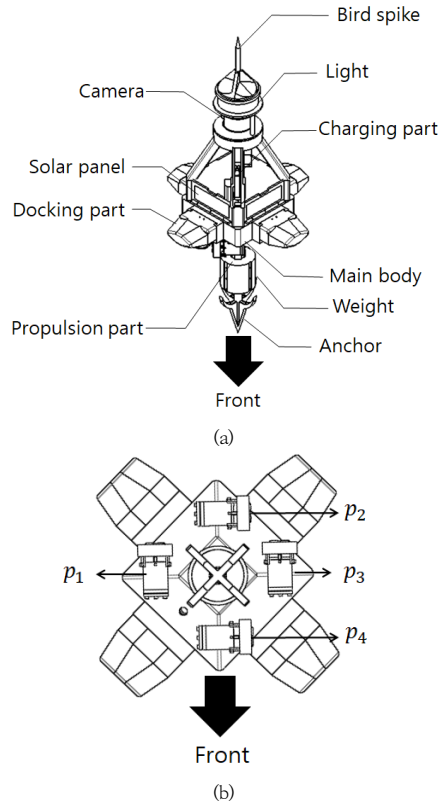


Fig. 4. The mechanism of SBR

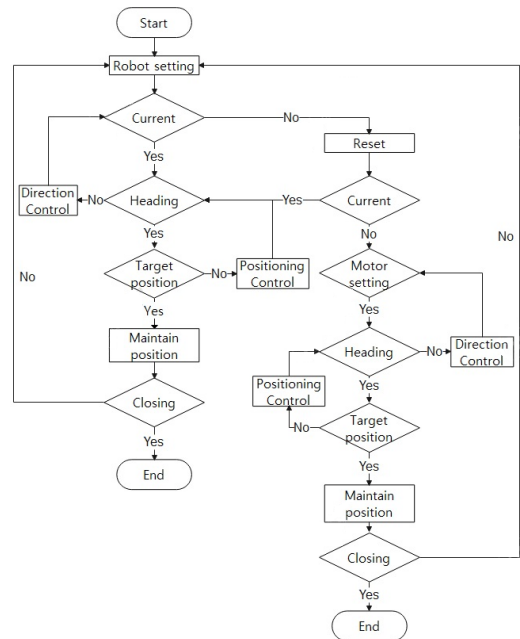


Fig. 5. Flow chart of control algorithm

Fig. 5는 전체 알고리즘 흐름도이다. 먼저, 전류센서를 이용하여 모터의 고장 유무를 판단한 다음 고장이라고 판단될 시 SBR을 다시 시작한 후 고장이라 판단되는 추진기를 제외하고 사용 가능한 추진기를 판단하게 구성 되어있다.

고장을 확인한 후에는AHRS(Attitude and Heading Reference System)를 이용하여 방향(heading)을 제어 하고 목표 위치에서 현재 위치 오차 값을 이용하여 추진기 출력값을 PD제어기를 이용하여 제어하였다.

위치제어에는 위치정확도(PA : Position Accuracy) 판별식을 이용하고 있는데, 목표 위치(RP : Reference Position)인  $x_r, y_r$ 가 정해지면 위치제어의 성능지표와 관련한 PA판별식은 Eq. (1)과 같이 정의되는데, 이는 부이로봇의 최대 위치 오차값을 의미한다. 여기서  $x_i, y_i$ 는 i-번째 샘플링 시간에서 SBR의 위치값이고,  $r_i$ 는 i-번째 샘플링 시간에서 SBR의 반경이다.  $\max()$ 는 최대값을 구하는 함수이다.

$$r_i = \sqrt{(x_i - x_r)^2 + (y_i - y_r)^2} \quad (1)$$

$$PA_m = \max(r_i)$$

Where,  $x_i, y_i$  denote the position of SBR and  $r_i$  denotes the radius of PA when i-sampling time,  $PA_m$ denotes PA of max.

위 Eq. (1)을 이용하여 조류가 존재하는 조건에서 SBR의 위치제어와 관련하여 다음 Eq. (2)를 이용할 수 있다. 이는 일반적으로 조류가 발생하면, 조류가 흐르는 방향으로 밀리는 현상이 발생하므로 위치정보의 변화가 생긴다. 이러한 위치정보의 변화를 이용하여 조류판별을 진행한다.

$$r^2 < (x_i - x_r)^2 + (y_i - y_r)^2 \quad (2)$$

Where,  $x_i, y_i$  denote the position of SBR when i-sampling time,  $x_r, y_r$  denotes the position of goal  $r$ denotes reference radius.

여기서,  $r$ 은 기준반경으로서, SBR의 조류 영향 여부를 판별하기 위해 기준에 경험적으로 정해지는 파라메터이다.

Fig. 6은 실험을 위해 설치한 GPS대용 카메라의 화면 구성이다. 구현의 편의성을 위하여 RGB(Red, Green,

Blue) 색상 중 빨간색을 추적하도록 고려되었다. SBR의 레이더반사기를 빨간색으로 제작하였으며 이를 기준으로 Eq. (2)와 관련된 원의 반경을 구성하였다. 이를 통하여 부이로봇이 어떤 영역에 있는지 알 수 있도록 하였다.

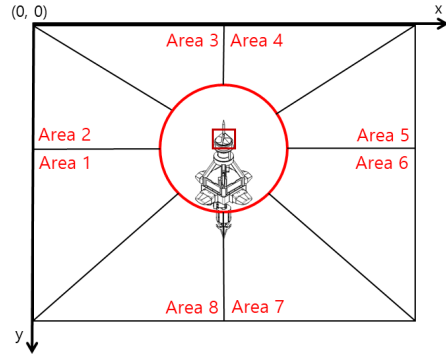


Fig. 6. Coordinate system of camera

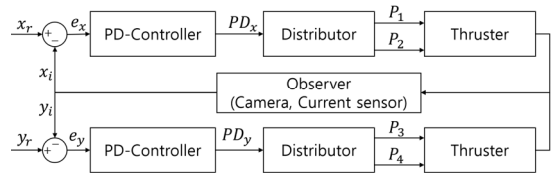


Fig. 7. Block diagram of detection and position control system

Fig. 7은 SBR에 사용된 제어 블록선도를 표현하고 있다. 여기서,  $x_r, y_r$ 은 목표위치이며 (97, 42)를 의미한다.  $e_x$ 는 x좌표의 오차를 의미하며,  $e_y$ 는 y좌표의 오차이다.  $x_i, y_i$ 는 현재 x, y좌표 값을 나타낸다. PD-Controller에서 x, y 오차로  $PD_x, PD_y$ 를 도출하고 Distributor를 통해 각 모터인  $p_1, p_2, p_3, p_4$ 에 제어 값을 입력한다. 또한, Observer에는 카메라와 고장 감지를 위한 전류센서가 있으며, 좌표점과 추진기의 고장을 나타낸다.

### 3. 실험 및 고찰

다음 Table 1은 SBR 시제품의 성능을 정리해서 보여 주고 있다. 현재 제작된 SBR의 시제품은 실험실 규모에서 실험하기 위하여 축소 모델로 제작되어 있다.

Table 1. Specification of SBR(prototype)

	Spec.	Unit	Value
Size	Tunning radius	deg	0
	Weight (on air)	kg	3.5
	Length over all (L)	mm	410
	Moulded Brdath (B)	mm	410
	Depth (D)	mm	365
	Height (H)	mm	490
Speed	Electric propulsion (Max. Speed)	m/s	0.07
		knot	0.136

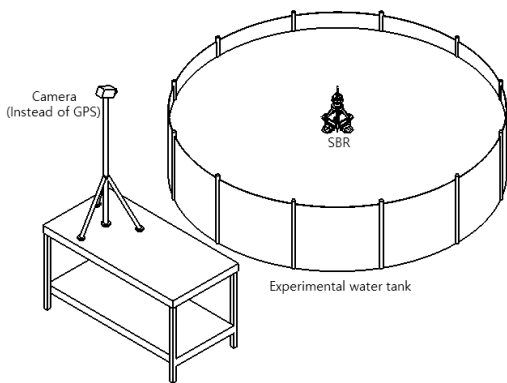


Fig. 8. Experimental environment

Fig. 8은 실험환경이며 실내 실험 수조를 이용하였으며, GPS 대응으로 카메라를 사용하였다. 영상처리는 RGB를 이용하여 빨간색을 구분하여 추적하도록 하였다. 판별식 관련 원의 반경을 경험적으로 10으로 설정한 후 외란이 없는 경우, 0 deg에서 외란이 발생한 경우, 45 deg에서 외란이 발생한 경우로 총 3가지와 추진기  $p_1$ 이 고장이 났다는 가정으로 시험 시나리오를 구성하여 실험을 진행하였다.

카메라 영상 X, Y 최대 좌표는 (320, 240)이며, 좌표 기본 단위가 1pixel을 약 1cm가 될 수 있도록 실측하여 조정 설치하였다. 실험 결과는 X축은 70-140 pixel, Y축은 20-65 pixel의 영역으로 표현하였다. 이는 3가지 실험의 결과를 직관적으로 비교할 수 있도록 3개 실험 중 최대 반경값을 기준으로 선정하였다. 모든 실험에서 목표 위치는 (97, 42)로 정하였다. 범례에서는 다이아몬드 표시는 목표 위치이며, 작은 원은 SBR의 샘플링 위치들이며, 실선은 정상 작동 시 위치제어에 대한 Reference PA 반경이며, 대시선은 이번 실험을 통해 나타난 PA 반경이며, 점선 r은 판별식 관련 원이다.

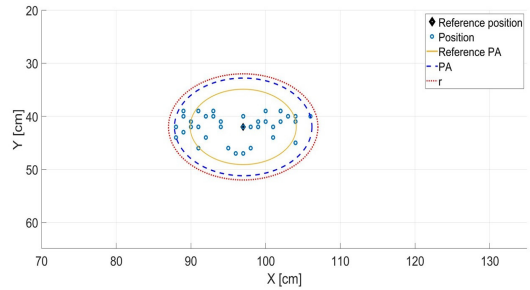


Fig. 9. Performance of position control (no disturbance)

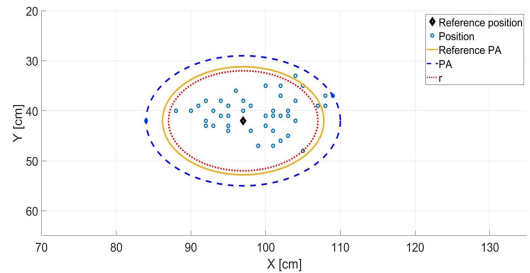


Fig. 10. Performance of position control (0-degree disturbance)

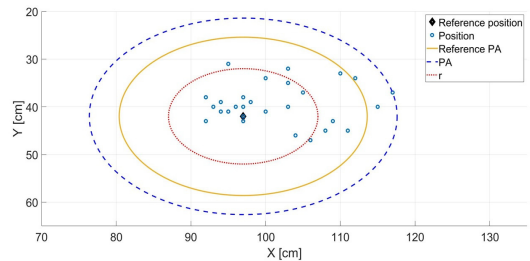


Fig. 11. Performance of position control (45-degree disturbance)

Fig. 9의 결과를 살펴보면, Reference PA는 7.1cm의 반경을 가지며, 추진기가 고장난 경우에 PA는 9.2cm의 값이 나왔다. 추진기가 정상 작동될 때보다 PA가 2.1cm 정도 커진 것을 알 수 있다. 하지만 판별식 관련 원의 내부에서 위치제어가 수행되었으며, 목표지점 근처에 작은 원이 밀집해있는 것으로 볼 때 위치제어가 잘 수행되고 있음을 알 수 있다.

Fig. 10은 0 deg에서 조류가 발생한 경우인데, 작은 원이 그래프의 우측 상단에 많이 분포한 것으로 보아서 (75, 60)의 방향에서 조류가 생성된 것을 알 수 있다. 조류의 영향으로 인하여 판별식 관련 원 밖으로 밀려났지만, 정면에서 조류가 생성되므로 별도의 방향 제어 없이

위치제어가 수행되었다.

Reference PA는 10.8cm의 반경을 가지며, PA는 13cm의 값이 나왔으며, 기존 보다 2.2cm 정도 커진 것을 알 수 있다. 또한, 조류가 없을 경우와 비교하면 3.8cm정도 커진 것을 확인할 수 있다. 하지만 목표지점 근처에 작은 원이 많은 것으로 보아 위치제어가 잘 수행하는 것을 알 수 있다.

Fig. 11은 45 deg에서 조류가 발생한 경우인데, 작은 원이 그래프의 우측에 많이 분포한 것으로 보아서 (70, 40)의 방향에서 조류가 생성된 것을 알 수 있다. 조류의 영향으로 판별식 관련 원 밖으로 밀려났으며 정면이 아닌 곳에서 조류가 생성되므로 방향제어 후 위치제어가 수행되었다. Reference PA는 16.6cm의 반경을 가지며, PA는 20.6cm가 나왔다. 따라서 기존보다 4cm정도 커진 것을 알 수 있다. 또한, 조류가 없는 경우와 비교하였을 때 11.4cm가 커진 것을 알 수 있다. 방향 제어가 진행된 후 고장난 추진기인  $p_1$ 을 제외하고 제어를 하다 보니 더 밀려나가는 현상이 발생한 것을 알 수 있다.

다음 Table 2는 1개의 추진기가 고장났다는 가정에 총 3가지의 시나리오 실험 결과를 표로 정리해서 보여주고 있다. 3가지의 시나리오 결과 추진기가 고장난 경우에는 PA반경이 대부분 증가한 것을 확인할 수 있다. 또한, 조류가 45deg에서 발생한 시나리오에서는 0deg에서 45deg로 방향제어가 이루어지면서, Reference PA가 더 크게 벌어져서, 4cm정도의 오차를 가지는 것을 확인할 수 있다. 그래도 전체적으로 4cm이내의 오차를 가지며, 위치제어가 잘 수행된 것을 확인할 수 있었다.

Table 2. Experimental results

Scenario	No disturbance	0-degree disturbance	45-degree disturbance
Thruster Failure	$p_1$	$p_1$	$p_1$
Heading initial value	0.0 deg	0.0 deg	0.0 deg
Heading change value	×	×	45.0 deg
Disturbance	×	○	○
Reference PA	7.1 cm	10.8 cm	16.6 cm
PA	9.2 cm	13 cm	20.6 cm
$r$	10.0 cm	10.0 cm	10.0 cm

## 4. 결론

본 논문에서는 SBR의 고장 감지 및 고장 발생 시 위치제어 방법에 관하여 제안하였다. 기존의 SBR은 자가 앵커링 및 위치제어가 가능하였으나 고장 감지 기능이 없어서 고장 발생 시에 제어가 불가능한 부분이 존재하였다. 따라서 본 논문에서는 전류 센서를 이용하여 SBR 추진기의 고장을 감지하도록 구성하였으며, PD-Controller를 사용하는 제어기를 제안하고 있다.

실험은 총 3가지의 경우로 진행하여 검증하였다. 조류 발생 시에 고장이 없을 경우에 비하여 오차가 2.2cm 정도로 위치제어가 가능한 것을 볼 수 있었다. 45deg에서 조류가 발생한 경우에는 정해진 PA 밖으로 밀려나면서 조류 방향 판별식의 원의 반경을 이용하여 기존 연구와 같이 방향제어가 진행되고 위치제어가 이루어지는 것을 확인할 수 있었다. 실험 검증 결과는 제안된 위치제어기의 성능이 우수한 것을 확인할 수 있었다.

본 연구를 통하여 SBR의 국내 연구의 기반을 마련하였다. 현재는 상사모델로 수조에서 실험을 진행하하였다. 따라서 GPS 대응으로 실내 측위를 위하여 카메라를 사용하는 방법을 고안하였다. 추후에는 GPS를 이용한 항법 알고리즘 도입에 관련된 연구도 지속할 예정이다. 그리고 추후에는 SBR에 전력 충전 대비 소모량을 이용하여 SBR의 스마트 전력 제어시스템에 관한 연구도 진행할 예정이다.

## References

- [1] D. W. Man, H. S. Kim, "Mechanism Development and Heading Control of Catamaran-type Sail Drone", Journal of Ocean Engineering and Technology, Vol.35, No.5, pp.360-368, Oct. 2021. DOI: <https://doi.org/10.26748/KSOE.2021.062>
- [2] Y. G. Kwon, G. M. Kang, S. H. Park, "The Fourth Industrial Revolution and Marine Technology", Innovation studies, Vol.12, No.2, pp.203-222, May, 2017. DOI: <https://doi.org/10.46251/INNOS.2017.05.12.2.203>
- [3] A. Kabanov, V. Kramar, "Marine Internet of Things Platforms for Interoperability of Marine Robotic Agents: An Overview of Concepts and Architectures", Journal of Marine Science and Engineering, Vol. 10, No. 9, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/jmse10091279>
- [4] Y. J. Song, P. Y. Kong and Y. N. Han, "Power-Optimized Vertical Handover Scheme for Heterogeneous



Wireless Networks," in IEEE Communications Letters, Vol. 18, No. 2, pp. 277-280, February 2014.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/LCOMM.2013.120713.132279>

- [5] H. G. Park, D. W. Man, Y. J. Jo, H. S. Kim, "Lighting Buoy type Marine charging Robot Base on Marine Energy Harvesting", Proceedings of KIIEE (Busan•Ulsan•KyungnamBranch) Annual Conference, pp.59-62, 2019.
- [6] Y. Nishida , J. Kojima, Y. Ito, K. Tamura, H. Sugimatsu, K. Kim, T. Sudo, T. Ura, "Development of an autonomous buoy system for AUV", OCEANS 2015 - Genova, pp.1-6, 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/OCEANS-Genova.2015.7271614>
- [7] S. I. Nam. "Implementation of low-power system for Marine IoT smart Buoy", Proceedings of The Institute of Electronics and Information Engineers, pp.553-556, Nov, 2011.
- [8] A.Chandrasekhar, V. Vivekananthan, G. Khandelwal and S. J. Kim, "A Sustainable Blue Energy Scavenging Smart Buoy toward Self-Powered Smart Fishing Net Tracker", ACS Sustainable Chemistry & Engineering, Vol. 8, No. 10, pp.4120-4127, Feb, 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b06491>
- [9] H. G. Park, "Study on Development and Position Control of Smart Buoy Robot", Master's thesis University of Tongmyong, Busan, Korea, 2021.
- [10] H. G. Park, H. S. Kim, "Mechanism Development and Position Control of Smart Buoy Robot", Journal of Ocean Engineering and Technology, Vol.35, No.4, pp.305-312, Aug, 2021.  
DOI: <https://doi.org/10.26748/KSOE.2021.043>

만 동 우(Dong-Woo Man)

[정회원]



- 2013년 2월 : 동명대학교 로봇시스템공학과 (공학사)
- 2015년 2월 : 동명대학교 일반대학원 기계시스템공학과 (공학석사)
- 2021년 8월 : 동명대학교 일반대학원 기계시스템공학과 (공학박사)
- 2021년 9월 ~ 현재 : 한국해양과학기술원 연수연구원 (선임급)

<관심분야>

수상 및 수중 로봇 시스템 개발 및 제어

신 창 주(Chang Joo Shin)

[정회원]



- 2006년 2월 : 부산대학교 기계공학부 (공학사)
- 2012년 2월 : 부산대학교 기계공학부 (공학 석·박사)
- 2012년 6월 ~ 현재 : 한국해양과학기술원 책임연구원

<관심분야>

수중로봇, 센서융합, 소음 진동

서 정 민(Jung-Min Seo)

[정회원]



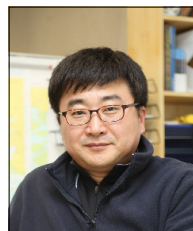
- 2011년 8월 : 한국해양대학교 공과대학 기계시스템공학과 (공학사)
- 2014년 2월 : 한국해양대학교 공과대학 기계공학과 (공학석사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 한국해양과학기술원 무기계약직기술원

<관심분야>

2D/3D CAD, 수중운동체 설계/제작(AUV, ROV)

권 오 순(O-Soon Kwon)

[정회원]



- 1990년 2월 : 서울대학교 토목공학과 (공학사)
- 1994년 2월 : 서울대학교 대학원 토목공학과 (공학석사)
- 1998년 2월 : 서울대학교 대학원 토목공학과 (공학박사)
- 1998년 4월 ~ 현재 : 한국해양과학기술원 책임연구원

<관심분야>

해양지반조사, 해양구조물기초