

적외선센서를 이용한 수중로봇의 장애물회피

Obstacle avoidance of underwater robot using IR sensors

*김경식¹, 이상호², 정창현², 자유성¹, 전명제¹, #류영선¹

*K.S. Kim¹, S.H.Lee², C.H.Chung², Y.S.Cha¹, M.J.Jun¹, #Y.S. Ryuh(ysryuh@kitech.re.kr)¹

¹한국생산기술연구원, ²과학기술연합대학교대학원 지능형로봇공학과

Key words : Obstacle avoidance, underwater robot, IR sensor, Fish-like robot

1. 서론

예로부터 수중로봇은 해양탐사와 자원채취 등의 목적을 위하여 주로 프로펠러형식 수중로봇이 개발되어 왔다. 그러나 최근에 ROV, AUV 등의 프로펠러형식 수중로봇형태에서 벗어나 글라이더 및 물고기를 모방한 생체모방형 수중로봇 등으로 다양하게 개발되어지고 있다.

그 중 생체모방형 수중로봇은 프로펠러형식 수중로봇에 비해 20%이상 추진효력이 좋은 것으로 알려져 있고 좁은 회전반경 및 저소음 등으로 기동성과 정숙성이 뛰어난 장점을 가지고 있다^{1,2}. 이로 인해 유럽, 일본, 미국 등 선진국에서도 생체모방형 수중로봇에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있고 그 용도도 군사용에서 엔터테인먼트용 등으로 다양화되고 있다. 그 예로 Essex대학³에서는 개발한 수중로봇을 런던수족관에 전시하였고, 일본 MHI에서는 로봇물고기를 개발하여 전시Rental사업을 진행하였다.

본 연구에서는 생체모방형 수중로봇의 자율유영에서 주요한 기능중의 하나인 장애물 회피방법을 제안하고 그 유용성을 확인하고자 한다.

2. 수중로봇의 시스템 구성

본 연구에서의 수중로봇은 한국생산기술연구원에서 그 동안 개발하여온 '익투스v3'를 사용하였다.

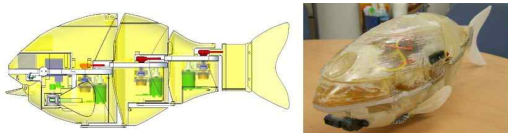


Fig. 1 Underwater Robot 'Ichthus v3'

수중로봇 '익투스v3'는 Fig. 1과 같이 3-Link 구조의 Body로 구성되어 유영동작을 수행하며, 각 관절

의 진폭 및 주파수를 적절히 변화시킴으로서 추진력과 속도를 변화시킬 수 있다. 익투스 v3의 사양은 Table 1과 같으며 특히 장애물 회피를 위해 앞면과 좌·우측면에 각각 IR sensor를 부착하여 수중로봇의 근처에 있는 장애물을 검출할 수 있도록 하였다.

Table 1 Specifications of Ichthus

Body	420 mm(L) x 80 mm(W) x 130 mm(H)
Weight	1.2kg
DOF	6-DOF (몸통:3, 옆 지느러미:2, 입:1)
Battery	Li-Poly 7.4 V / 1100mA
Obstacle Detection	Infrared Sensor (3개: 앞면, 좌·우면)

3. 장애물회피 기능구현

3.1. 유영동작 생성

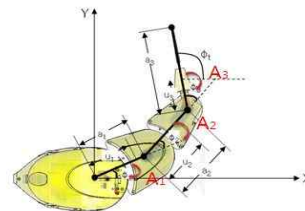


Fig. 2 Motions of 'Ichthus' in the horizontal plane

'익투스'는 기본적으로 로봇의 몸통 및 꼬리지느러미에 부착된 서보모터의 진폭과 주파수를 변화시켜 전진 및 좌·우 턴을 하는 방식을 사용하고 있다⁴. 이때 sinusoidal파형이 사용되는데 주파수는 주기를 변화시켜 추진속도를 조절하고 진폭은 모터의 회전각도 크기를 조절하여 추진속도를 조절하게 된다. 한편, 시간에 따른 각 관절의 진폭 (Fig. 2)은 식 (1), (2), (3)과 같이 결정되어진다.

$$A_1 = \frac{A_{1Max}}{2} \sin(2\pi ft) + K_{1L} \quad (1)$$

$$A_2 = \frac{A_{2Max}}{2} \sin(2\pi ft - \beta_2) + K_{2L} \quad (2)$$

$$A_3 = \frac{A_{3Max}}{2} \sin(2\pi ft - \beta_3) + K_{3L} \quad (3)$$

여기서 A_{iMax} 는 i관절의 최대진폭, β_i 는 i관절의 위상차, K_{iL} 는 i관절의 편향각을 각각 나타낸다. K_{iL} 는 각 관절에 편향각을 결정, 그 편향각을 중심으로 sinusoidal파형을 형성하기 때문에 좌·우 회전 동작을 생성할 수 있게 해준다.

3.2. 유연동작의 선택

장애물의 검출상태에 따른 로봇의 동작선택은 Table 2와 같이 Look-up 테이블을 이용하였다. 특정 상태(e.g. state = 1)에 대해 Random한 동작을 주어 로봇의 동작을 다양하게 할 수 있으나, 수중에서 IR sensor의 상태에 따라 행동선택을 정확하게 하고 있는지 확인하기 위해 Table 2와 같이 각 상태에 대해 1개의 행동만을 선택하도록 하였다.

Table 2 Command Selection

State	Obstacle Detection (0: Not detected, 1: Detected)			Command
	Left	Right	Front	
0	0	0	0	Forward
1	0	0	1	R-turn
2	0	1	0	Forward
3	0	1	1	L-turn
4	1	0	0	Forward
5	1	0	1	R-turn
6	1	1	0	Forward
7	1	1	1	L-turn

3.3. 실험 및 결과

장애물회피 실험을 위하여 Fig. 3과 같이 수조 (160cm(L) x 80cm(W) x 60cm(H))와 카메라를 준비하였고, 카메라는 로봇에 부착된 특정마크를 인식하여 위치를 기록하게 하였다.

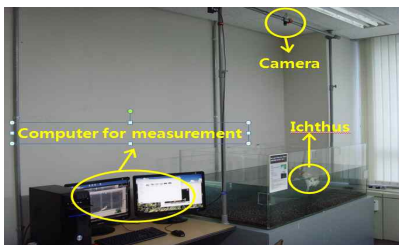


Fig. 3 Experiment Environment

한편 간단한 장애물회피 실험으로는 수중로봇을 전진시키며 수조외벽을 검출하여 수조둘레를 따라 이동하도록 하였다.

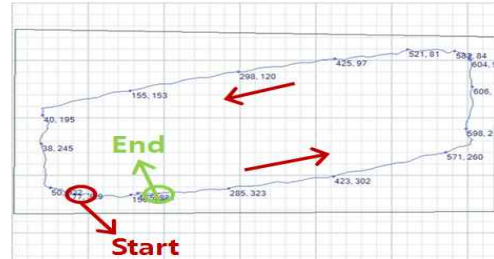


Fig. 4 The trajectory of the robot, Ichthius, is shown. Each point is marked at 2-second intervals.

그 결과 Fig. 4와 같이 장애물-수조외벽-을 감지하여 수조둘레를 따라 이동하는 것을 확인할 수 있었다.

3.4. 고찰

본 실험에서는 수중로봇이 IR sensor를 사용하여 투명 아크릴재질의 수조외벽을 검출하고 상황에 따라 Look-up테이블을 활용, 적절한 행동선택을 할 수 있는 것을 확인하였다. 하지만 IR sensor의 특성상 그 검출거리가 10~80cm로 비교적 짧고 탁도의 영향을 받기 때문에 강과 호수과 같이 불안정한 환경에서는 적절히 장애물을 회피하기 위해서 보다 성능이 뛰어나고 광량이나 탁도의 영향을 덜 받는 초음파센서 등을 활용하는 방안이 필요하리라 고려된다.

4. 결론 및 향후방향

본 연구에서는 IR sensor를 이용하여 외부물체를 검출하고 장애물을 회피하는 방법을 제안하였다. 앞으로는 외부환경에서도 장애물회피가 보다 잘 되도록 초음파센서 등을 활용하는 방법과 임무수행 후 GPS, 지자기센서 등을 활용하여 주어진 목적지까지 자율귀환하는 방법에 대해 연구하고자 한다.

참고문헌

1. 류영선, “물고기형 수중로봇의 유연매커니즘 및 알고리즘 개발(1)” 로봇공학회, 43-48, 2009
2. 정창현, 이상효, 김경식, 차유성, 류영선, “생체 모방형 물고기 로봇 ‘익투스’의 동적해석을 위한 DOE를 이용한 입력파라미터 최적화” ICROS, **16(8)**, 799-803, 2010
3. <http://cswww.essex.ac.uk/staff/hhu/jliua/index.htm>
4. Hirata, K., Takimoto, T. and Tamura, K., "Study on Turning Performance of a Fish Robot," in Proc. 1st Int. Symp. Aqua Bio-Mech., 287-292, 2000.