

球型水中ロボットの機構と制御に関する研究

○久保田 寛大 (香川大学), 郭 書祥 (香川大学), 顧 碩鑫 (香川大学)

Design and Control of the Spherical Underwater Robot (SURIII)

○Kanta Kubota (Kagawa University), Shuxiang Guo (Kagawa University),
Shuoxin Gu (Kagawa University)

Abstract: This paper describes the design and control of the third generation spherical underwater robot. The spherical underwater robot has the propulsion system with four vectored water-jet thrusters. The servo motor will change the direction of the thrust by changing the angle of the DC motors. The basic motions and experimental results of the robot are also instructed.

1. はじめに

我々人類にとって海洋の情報は、気候変動や地震の発生、鉱物やエネルギー資源の調査、海洋生物の調査などの様々な情報を得るためには大変重要であり、その情報を得るには、海洋探査が必要不可欠である。しかし、地球表面の約7割を占め、平均深度が3800mもあるような膨大な空間を調査することは非常に困難であり、人類には到底探査活動を行うことが出来ないような場所も非常に多く存在している。そこで近年、安全かつ効率的に、海洋での探査活動が行える水中無人ロボットに対する期待が高まっている。

2. 研究背景と目的

水中ロボットは主に、海洋の探査を行い、海水温や海流、海底地形や海洋生物などの収集が目的であるが、そのほかにも海洋構造物などの保守点検などの目的にも用いられている。無人の水中ロボットは、ケーブルによって海洋上の支援母船とつながれており、人の手によって遠隔操縦されるROVと、ケーブルを要さず、自身に搭載されたコンピュータによって移動や行動の制御を行うAUVの二種類に分けられる。特にAUVは近年期待を集めている。本研究では、水中ロボットに求められる柔軟性の向上を目的とし、水中ロボットの機構と制御に関する研究を行った。

本研究室では、球型水中ロボットの研究・開発を行ってきた。特にFather-sonロボットシステムを提案し、中大型ロボットと小型ロボットの特徴を生かし、どのような環境にも対応できるように研究を行っている。中大型ロボットと小型ロボットの協調作業によりそれぞれの欠点を補い作業を行う。本研究では、中大型ロボットに着目し研究を進める。AUVの高度化には、開発すべき課題が多く残されている。しかし、海中でのロボットの運動は流体の非線形性や付加質量、そのほかの多くの未知の要素によって、大変難しいものになってい

る。そこで本研究では、運動の安定化やAUVの高度化を目的とした。

3. 球型水中ロボットの構造

本研究室で開発を行っている球型水中ロボットはクラゲを模倣してデザインした概念設計となっている。クラゲは様々な生物の中でもエネルギー効率の高い水泳動作を行っていることが証明されている。本研究で開発したロボットは、クラゲの様な球型の構造と推進器である4つの足から構成されている。

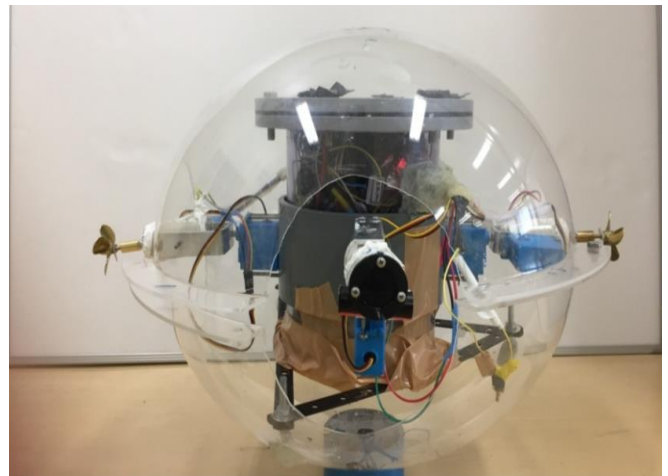


図1. 開発した球型水中ロボット

3.1 提案する球型水中ロボットの構造

船体は水中での安定動作に効果的な球型構造をしており、直径40cmである。また、材質は浅水域や水槽での実験に耐えるために、耐圧性のアクリルを用いている。また推進器の噴出口を出すために穴が4つ空いている。この4つの推進器を操作することによって、水中での遊泳動作を制御する。

3.2 推進機構の構造

図 2 に示すように、この前は二つのウォータージェットより、前進力を提供してきたが、この構造より二つのウォータージェットと一つのスクリュープローペラで前進力を提供するようになった。回転動作では二つのウォータージェットより行う。

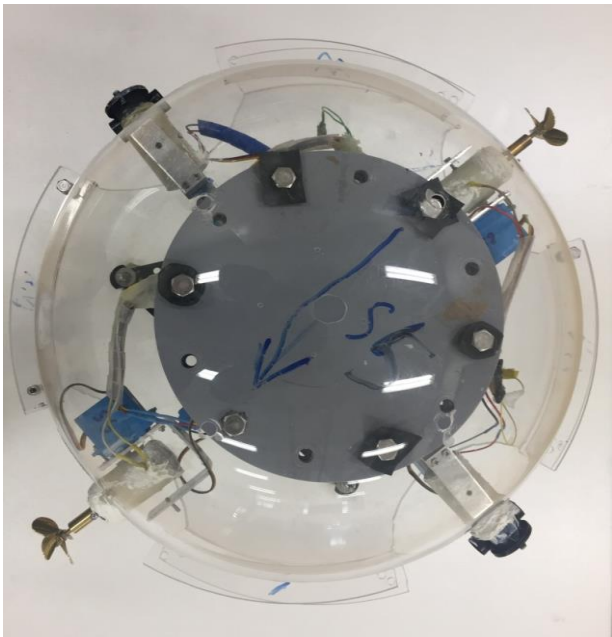


図 2. 推進機構の構造図

3.3 遊泳の動作原理

AVR マイコンを利用して、4 つの推進器の動作をコントロールすることでロボット本体の動作を行う。それぞれ矢印の方向に推進器のウォータージェットを動作させることで、直進運動、回転運動、下降運動、上昇運動を行うことができる。

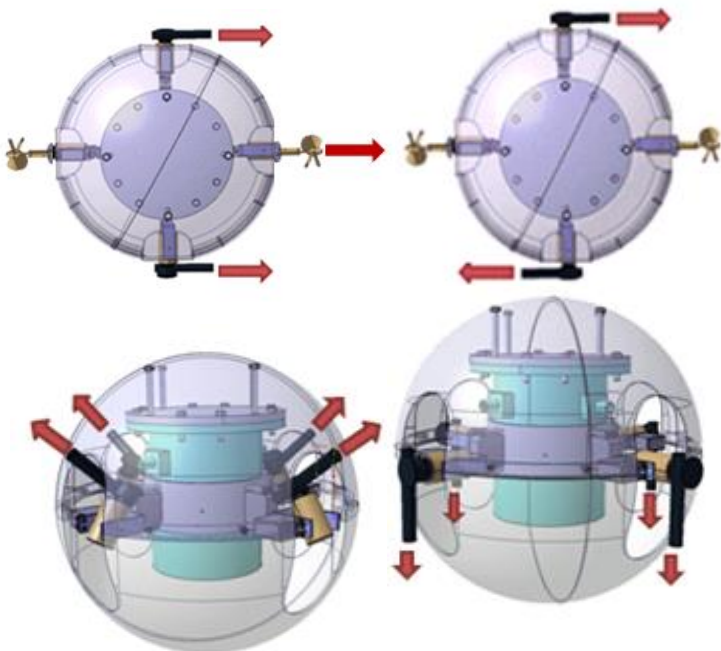


図 3. 本ロボットの動作原理

3.4 実験結果

試作した新型球型水中ロボットが十分な動作能力を持つことを評価し、主にサージ方向に動作確認実験を行った。実験は長さ 2.7m、幅 1.5m、深さ 0.5m のプールで行った。実験環境を図 4 に示す。1 秒間ごとに前進した距離を L(cm) で記録し、速度を $v=L/t(\text{cm/s})$ で計算する。前進速度の計測結果を図 6-4 に示す。サージ方向に関して、最大平均速度は約 17.5(cm/s) であることが計測された。前回の実験より約 2.5(cm/s) 向上した、また前進速度評価実験の様子を図 5 に示す。

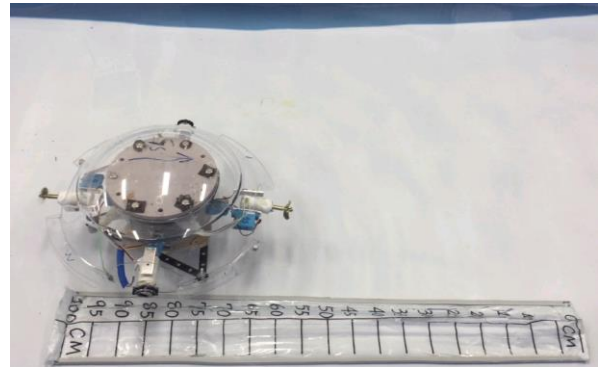


図 4 実験環境

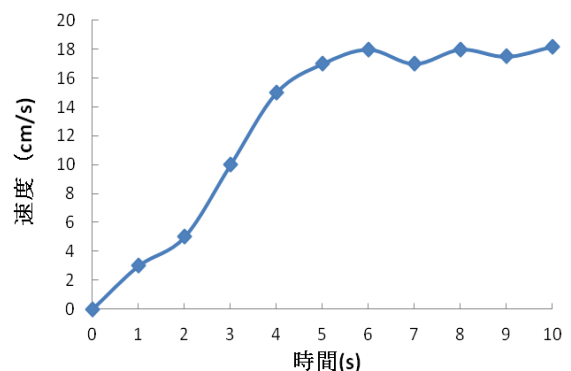


図 5 前進速度評価実験

4. 結論

本研究では、球型水中ロボット本体の動作方法、動作の安定化に着目した研究であった。実験結果により、運動の安定化や AUV の高度化が検証された。今後の課題としては、遊泳動作中の作業を行うためのアームなどの操作ツールなどを搭載し、高度化の応用があげられる。

参考文献

1. Y. Li, S. Guo, Y. Wang, Design and characteristics evaluation of a novel spherical underwater robot, Robotics and Autonomous Systems, Vol.94, pp.61-74, 2017
2. S. Gu, S. Guo, Performance Evaluation of a Novel Propulsion System for the Spherical Underwater Robot (SUR III), Applied Sciences, vol.7, no. 11, 2017.