

多機能な水中マイクロロボット試作及び性能評価

○AHMED WAFI BIN GHAZALI (香川大学), 郭 書祥(香川大学), 隋 文博(香川大学)

Experimental and Performance Evaluation of Multifunctional Underwater Microrobot

○Ahmed Wafi Bin Ghazali (Kagawa University), Shuxiang Guo (Kagawa University), Wenbo Sui (Kagawa University)

Abstract: This paper shows the performance evaluation of underwater microrobot using ionic polymer metal composite as the actuator. The robot is implying father-son system to be activated and making progress. This paper also shows the effects of length, gold coating and voltage to the performance of ionic polymer metal composite.

1. はじめに

水中ロボットの研究、開発は世界中で研究が進められ、多くの分野で水中ロボットの開発、研究が行われている。例えば、水中の生物や環境の調査、工場やパイプラインのメンテナンス等である。様々な環境でも活躍できるように本研究では、狭隘部の環境を調査することのできる小型水中ロボットの開発を進める。しかし、大きさが数センチの小型水中ロボットでは動作可能な範囲が限られてくるため比較的大きく動作の自由度の高い水中ロボットのマニピュレータとして作業できることが求められている。

2. 研究の目的とアプローチ

本研究では、IPMC アクチュエータを用いた水中ロボットの開発を行ってきた。これまでの研究では、ロボットの動作原理や小さなセンサの搭載などを行い狭所での作業を行うことを目的として研究が進められてきた。しかし、どのような環境で水中マイクロロボットが活躍するかの想定が明確になっていなかった。そこで今回は、水底環境を調査するために水底土砂やパイプ管内の沈殿物を回収する小型水中ロボットの開発に取り組む。水底環境調査には IPMC アクチュエータを加工し試作したハンドを用いる。IPMC アクチュエータの応力緩和現象を考慮したハンドの試作を行った。次に遊泳動作についての研究を行う。センサの評価や動作の安定を尾の形を変えることで考察を行う。

3. Father-son 水中ロボットシステム

水底環境を調査するために小型水中ロボットでは移動範囲が狭く単体での作業は難しいと考える。そこで球型水中ロボット水中マイクロロボットを搭載する Father-son 水中ロボットシステムを提案した。球型水中ロボットは Father ロボットとして、水中マイクロロボットの輸送、電源供給、コントローラとしての役割を果たす [1]。提案するロボットシステムが行う作業の概念図を Fig.1 示す。それぞれの長所短所を表 1 にまとめる。

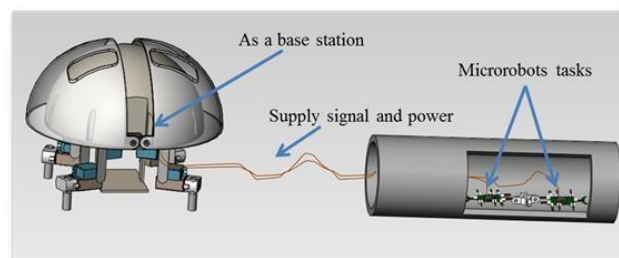


Fig.1 Father-son 水中ロボットシステムの概念図 [2]

4. IPMC アクチュエータの特性評価

IPMC アクチュエータは、パーフルオロスルホン酸展 (Nafion-117) の両面に金をメッキ加工することにより生成されるフィルム状の高分子アクチュエータである。メッキ加工した金を電極として、電圧を印加することにより、高分子内の陽イオンが水分子と共に陰極へ移動する。そして、陰極側の高分子内に新しいイオンが移動してくるために陰極側は陽極側に比べ面積が大きくなり、結果陽極側に屈曲する (Fig.2 参照)。このとき、

交流電圧を印加することにより、IPMC アクチュエータは高電圧側に屈曲するため、アクチュエータを往復運動させることが出来る [3]。また、アクチュエータの動きを制御することがする電圧や周波数を変化させることにより、可能である。

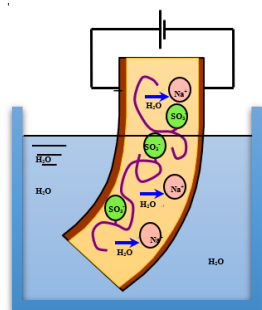


Fig.2 IPMC の概念図

水を含んだ状態で電圧を印加すると IPMC 内部で電気浸透して IPMC 内部に局所的な体積ひずみが生じ、応力および曲げモーメントが発生し変位が生じる。しかし、一定方向の電圧を印加し続けると最初の素早い屈曲の後、屈曲がゆっくり戻る応力緩和現象が起こる。今回の特性評価には 2mm×16mm の IPMC を使用した。IPMC に印加する電圧を 3V～5V と変化させその時の時間ごとの変位を計測した。

また、IPMC の長さや gold sputtered により、変位が、変わるとわかる。gold sputtered により結果は Fig.3 に示す。

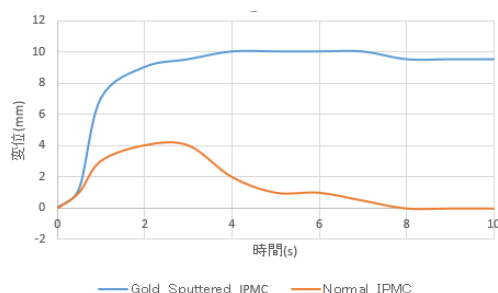


Fig.3 Normal IPMC と gold sputtered IPMC の特性評価

5. 動作原理と特性評価

提案する水中マイクロロボットは水底土砂を回収することを目的とし、ハンドを搭載することやライトレースすることである。また、狭隘部での動作に関して歩行動作より遊泳動作が適しているため尾を搭載する。提案する小型水中ロボットのボディ寸法は、全長 30mm、幅 20mm である。使用している IPMC の寸法は

Driver 1 (2 本) 20mm x 4mm、Driver 2 (2 本) 15mm x 4mm、Supporter (2 本) 15mm x 4mm、Hand Grip (2 本) 20mm x 4mm である。動作原理ここで、本研究において、マイクロロボットの各ステップサイクルは、スイング探索段階とスタンス段階に分類できる。本研究に水平アクチュエータをドライバーとして用いている、それは移動的な推進力を提供している。また、ドライバーを持ち上げるため、垂直アクチュエータをサポートとして用いている。マイクロロボットのベースはサポートとドライバーにより交替に支えられる。ドライバーとサポートは、振動の頻度が同じことによって動かされる。直線に沿って歩くとき、サポートの位相はドライバー比べて度遅れる。回転運動する時、左右なドライバーが逆位相の入力信号で駆動される。

6. 結論と今後の課題

水底環境の調査を行うことのできる小型水中ロボットの開発を目指し試作を行った。ただし小型ロボットでは移動能力の低さより単体で作業を行うことは困難なために多様機能な水中マイクロロボットシステムを用いる。1 つ目に試作したロボットの歩行と回転動作の確認と各々の動作速度の最適周波数を出すことができた。大きさと電圧ともに大きくなると把持可能な重さも大きくなる結果となり、水底土砂を回収するために必要な把持能力があることを実証した。砂地や泥地では水底の摩擦力が下がるため、平坦面に比べ速度は低下するが、砂地や泥地での動作が可能であることを実証した。

参考文献

- [1] Maoxun Li, Shuxiang Guo, Jin Guo, Hideyuki Hirata, Hidenori Ishihara, Development of a Biomimetic Underwater Microrobot for a Father-son Robot System, Microsystem Technologies, DOI10.1007/s0542-016-2817-3, 2016.
- [2] Kazuhiro Yamashita, IPMC アクチュエータを用いた小型ロボットの開発, 香川大学平成 27 年卒業修士論文, pp. 9, 2015.
- [3] Mazhar UIHaq, Zhao Gang, IPMC Applications. Emerging Material Research Vol.5 No.1, pp.153-164, 2016.