

IPMC アクチュエータを用いた小型水中ロボットの開発

○隋文博（香川大学）、郭書祥（香川大学）、AHMED WAFI BIN GHAZALI（香川大学）

Study on a underwater microrobot made by IPMC actuator

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

Abstract: In recent years, the underwater environment is being studied in all over the world. Therefore, attention to underwater robots is also increasing. For underwater narrow spaces, large robots cannot reach their destinations. The development of underwater microrobots is necessary. The characteristics of the IPMC material are ideal for making underwater microrobots. This kind of microrobot is researched to develop many functions.

1. はじめに

現在、多くの場所で水中ロボットの研究が進められている。水中ロボットの研究、開発は世界中で研究が進められ、小型水中ロボットの開発、研究が行われている[1][2]。底泥・底質調査、生態調査、点検調査や海底工事の事前調査など水中ロボットの活躍は、ヒトが入ることのできない場所、水深がある場所、危険が伴う場所での活躍が期待されている。本論文では、さまざまな環境で作業でき、狭隘部の環境を調査できる小型水中ロボットは動作可能な範囲が限られてくるため、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。また、任意の大きさに加工可能な IPMC(Ionic Polymer-metal Composite)アクチュエータを用いて試作、実験を重ねている。小型ロボットの構造や搭載するセンサの検討を行い、自律型のロボットの開発が課題となっている。

2. 研究の目的とアプローチ

本論文では、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。Father-son 水中ロボットシステムを構築するための小型水中ロボットの開発を行う。システムは中大型の水陸両用ロボットに小型水中ロボットを搭載し、協調動作をするシステムである[3][4]。今回は、水底環境を調査するために小型水中ロボットの開発に取り組む。IPMC アクチュエータの応力緩和現象を考慮し、開発を行った。また、これまで開発を行った小型水中ロボットは有線動作であり、広範囲での活躍が困難である。そこで、無線動作を行う小型

水中ロボットの開発に取り組む。無線動作を行うことで、広範囲での作業と複数台での作業が可能になることなどのメリットが考えられる。無線動作を行う際の動作特性評価を行い、Father ロボットと Son ロボットを光センサーと青色 LED を用いた通信開発を行う。

3. 水底環境調査のための小型水中ロボット

提案する小型水中ロボットは Fig.1 に示すように、パイプ管の中や狭隘部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 Supporters を搭載されている。提案した小型水中ロボットの寸法は、全長 40mm、幅 15mm、7mm×20mm の IPMC を 4 本、6mm×14mm の IPMC を 4 本使用、重さは 7.71g、ロボット自体の体積 6cm³ で構成されている。また、Father ロボットへの搭載スペースを考慮し試作した。

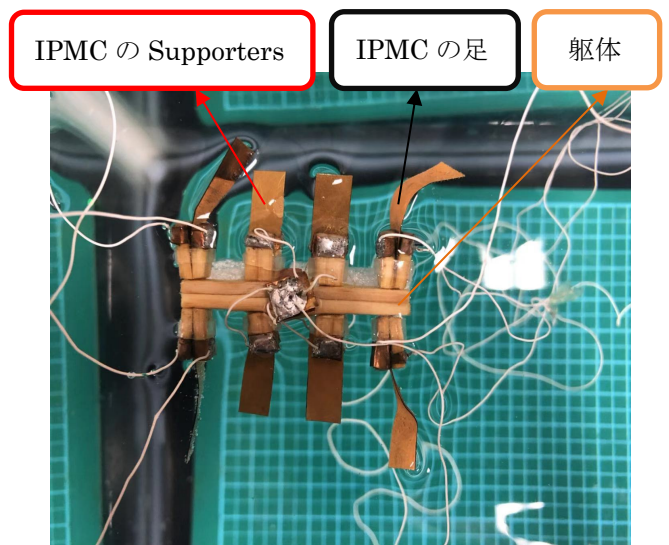


Fig.1 試作した小型水中ロボット

4. 速度評価実験

制御に使用するマイコンは Arduino MEGA 2560 を用いる。交流電流を生成するためリレーを使用され、IPMC材料が往復運動により、水面が反作用力を生成し、マイクロロボットが水面上を移動する。試作したロボットの歩行速度は Fig.2 に示すように、3Hz の時最大速度となった。

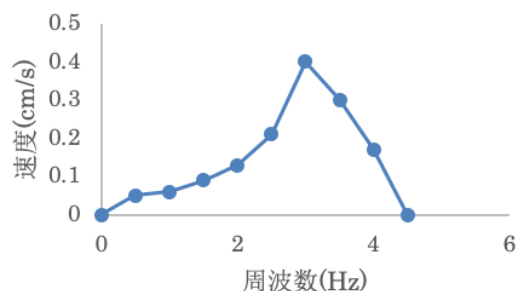


Fig.2 変位と時間の関係

5. 光センサー評価実験

レーザーベースの通信システムと比較して、光通信は低コスト、小型で、指向性に厳密に必要とされない特性を備えている。LED と光センサーベースの光通信システムは、小型の水中ロボットに適用することが可能になる。また、澄んだ水では、青色光の光減衰は他の光よりも小さくなる。

本実験で使用する光センサーの性能評価実験を行い、起電圧を測定した。実験システムは Fig.3 に示すように、光源と光センサーの距離を 5cm ずつ、角度を 0° から 10° 毎に 60° まで測定を行う。センサー正面と LED 正面が向き合っている時を 0° とする。

実験結果は Fig.4 に示すように、距離が近い場合起電圧が大きく、距離が大きくなると起電圧も小さくなった。

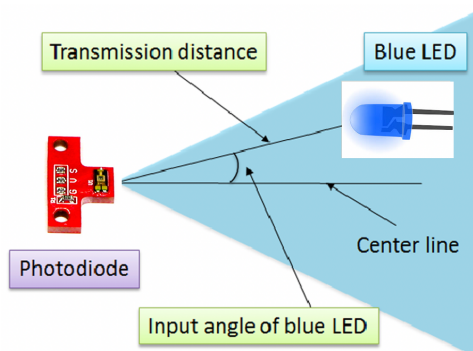


Fig.3 実験システム

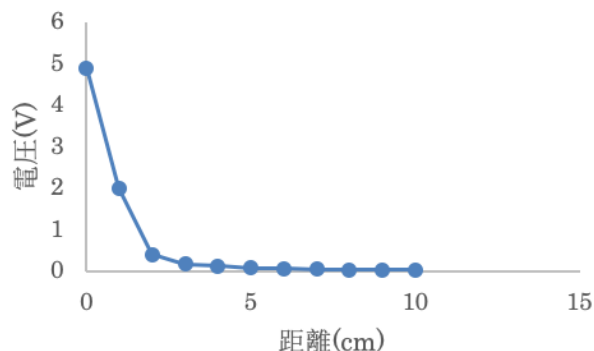


Fig.4 距離と起電圧の関係

6. 結論

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ために Father-son 水中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動作の確認と動作速度の最適周波数を出すことができた。2 つ目に試作したロボットは、Father ロボットに搭載可能な寸法で試作し、動作が可能になることを示した。

今後の大きな課題としては、無線ロボットに搭載するバッテリー通信方法の改良などが挙げられる。

参考文献

- [1] Takaaki Osada, Kentaro Takagi, Yoshikazu Hayakawa, Zhi wei Luo, Dynamic State Space Representation Electrostatic Diffusion Coupling Model For IPMC actuator Dynamics and design conference, 2007.
- [2] Kim Tien Nguyen, Seong Young Ko, Jong-Oh Park, Sukho Park, Miniaturized Terrestrial Walking Robot using a PVDE/PVP/PSSA-based Ionic Polymer-Metal Composite Actuator, Advance Robotics, TADR-2015-0015, 15-Jan-2015.
- [3] Maoxun Li, Shuxiang Guo, Jin Guo, Hideyuki Hirata, Hidenori Ishihara, Development of a Biomimetic Underwater Microrobot for a Father-son Robot System, Microsystem Technologies, DOI 10.1007/s00542-016-2817-3, 2016.
- [4] Chunfeng Yue, Shuxiang Guo, Liwei Shi, Design and performance evaluation of a biomimetic microrobot for the father-son underwater intervention robotic system, Microsystem technologies, DOI: 10.1007/s00542-015-2457-z, 2015.