

法政大学学術機関リポジトリ

HOSEI UNIVERSITY REPOSITORY

PDF issue: 2025-07-09

プロペラによる上昇駆動力を付加したソフト クライミングロボットの提案

Wang, Dong / 王, 東

(出版者 / Publisher)

法政大学大学院理工学研究科

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学大学院紀要. 理工学研究科編

(巻 / Volume)

64

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

3

(発行年 / Year)

2023-03-24

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00026334>

プロペラによる上昇駆動力を付加したソフトクライミングロボットの提案

PROPOSAL FOR A SOFT CLIMBING ROBOT WITH UPWARD DRIVING FORCE BY PROPELLER

王 東

Dong Wang

指導教員 伊藤一之 教授

法政大学大学院理工学研究科電気電子工学専攻修士課程

In recent years, many bio-inspired robots have been developed, and especially octopus-like robots that can grasp various objects and climb various columnar objects have attracted considerable attention. In addition, application for inspection of huge infrastructures is expected. In this research, we improve the mobility of our previous soft climbing robot by adding a propeller-driven climbing mechanism.

Key Words : *Soft robot, Climbing robot*

1. はじめに

近年のロボット技術の発展により、レスキューロボットをはじめ、複雑な実環境で働くロボットの開発が進められている^{(1)~(9)}。その一つの実用例として大規模なインフラや工場プラントにおいて、人間に代わってロボットが保守点検を行うことが期待されている。我々の従来研究では、このような課題に対して生物を模したロボットや、パイプや柱などさまざまな形の柱状物を昇降させるロボットが開発されてきた。^{(10)~(12)}。これらのロボットは、様々な環境を移動できる一方で、解決すべき課題として、移動速度の向上が残されていた。

本研究では、ロボットの移動速度を向上させることを目的として、従来のタコの触手を模したロボットにプロペラ昇降機構を付加したロボットを提案する。これにより、プロペラで高速で移動し、触手型のマニピュレータを用いて任意の場所にしがみつくとどまり、打検などの検査を行うことが可能となる。

本研究では、提案した枠組みに基づき、プロトタイプを開発し、実験により実現可能性を検証するとともに、実験結果に基づく新たな改良の方向性を提案する。

2. 関連研究

これまで、柱状物を昇降可能なロボットは複数提案されてきた。中でも法政大学伊藤研究室では、さまざまな関連ロボットが開発されている。

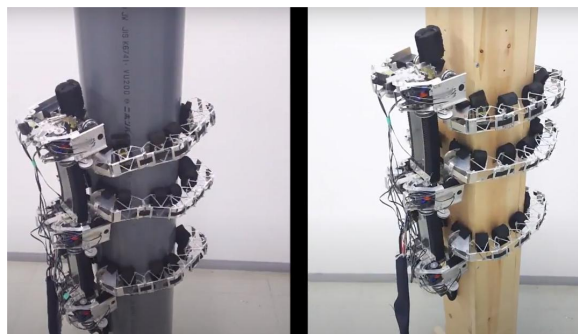


Fig. 1 TAOYAKA-III: a Pipe Climbing Robot

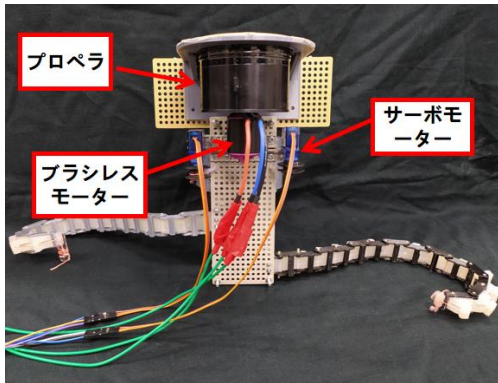


Fig.2 TAOYAKA-SII: a Pipe Climbing Robot with a Soft Body

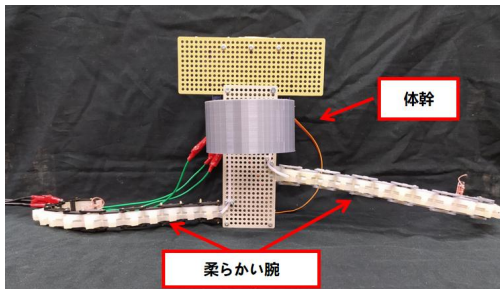
しかし、ロボットは体幹を屈曲させることで昇降するため、速度が非常に遅く、移動速度の向上が一つの課題となっている。

3. 提案手法

今、タコの触手を模倣したマニピュレータとプロペラとを組み合わせ、機動性を高めたロボットを提案する。Fig. 3 に提案するロボットのプロトタイプを示す。2本の触手と1台のプロペラからなり、動力源として、腕の開閉を行うためのサーボモーターを2つ、プロペラを駆動するためのコアレスモーターを1つ搭載している。



(b)

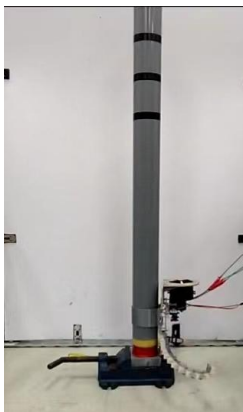


(b)

Fig. 3 提案機体

4. 上昇実験

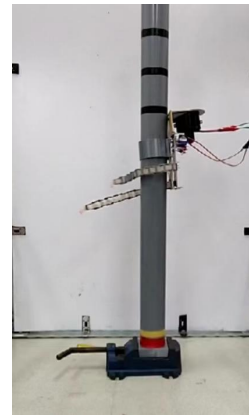
Fig. 4 に実験結果を示す。Fig. 4 からわかるように、プロペラの推力で所定の位置までスムーズに移動し、マニピュレータを閉じることで、その位置でロボットを固定することが可能であることが分かる。



(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 4 実験

5. 今後の課題

実験結果から、提案機体は柱状の物体を高速で上昇することができる。しかし、Fig. 5 で示した構造では、柱の大きさが一定の範囲内ではしか動けないため、実用性は大きく制限される。

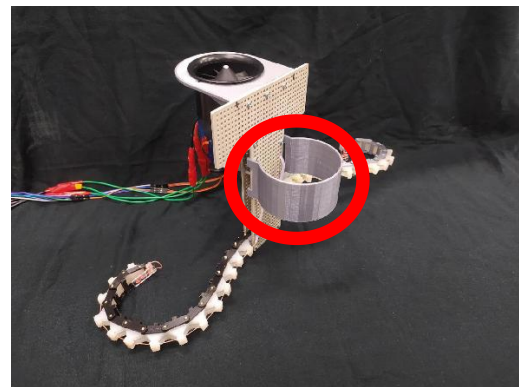


Fig. 5 提案機体

そこで、今後の研究では、この構造に代わる新しいタイプの軟質触手を提案する予定である。Fig. 6 は、これまで使っていた、物をつかむための柔らかい脚である。

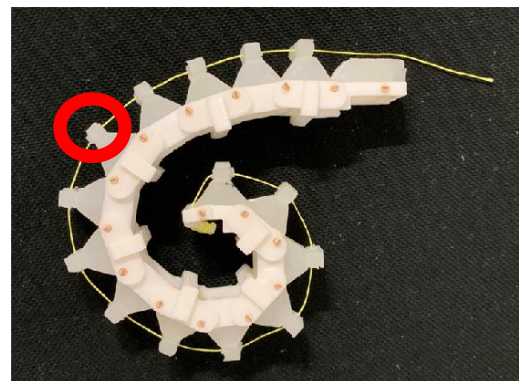


Fig. 6 柔らかい脚

赤丸で示した部分は、シリコン素材を使用している

ため摩擦係数が強く、さまざまなものをしっかりとつかむことができる。元の構造を柔らかい脚に置き換えるためには、この部分の素材を摩擦係数の低い素材に置き換える必要がある。本来の構造を柔らかい脚に置き換えることで、さまざまな大きさの柱を移動できるようになっただけでなく、構造がシンプルでメンテナンスコストが低いという利点も変わらない。

現在、2つの案を検討している。1つは、元の素材をより適切な素材に置き換えて、滑り摩擦係数を低減させたものを使用することである。もう一つは、ベアリングの設計思想を参考に、滑り摩擦の機構を転がり摩擦に置き換えることで、摩擦を大幅に低減することができる。

構造設計が比較的複雑なため、現時点ではまだ研究・試験段階であり、今後も継続して検討いく予定である。

6. まとめ

本研究では、実験よりタコの触手を模倣したマニピュレータに用いてその有用性を確認した。

今後は上記のような新しい課題に加えて、バッテリーの消費量なども考慮し、プロペラによる移動とマニピュレータによる移動を組み合わせた効率的な移動パターンの実現などを検討して行く予定である。

謝辞：この研究に多大なご指導とご協力をいただいた法政大学伊藤一之教授ならびに伊藤研究室の皆様、心より感謝申し上げます。最後に、皆さんに感謝するとともに、これからの仕事と勉強の両立を祈っている。

参考文献

- 1) M. Hall, S. Hurlbaeus, M. Lindemuth, Z. Medina-Cetina, R. Murphy, D. Slocum, E. Steimle, D. Trejo : “Robot- Assisted Bridge Inspection”, Journal of Intelligent and Robotic Systems, Vol.64, pp. 1-19 2011
- 2) K. Ito, Z. Yang, K. Saijo, K. Hirotsune, A. Gofuku, F. Matsuno : “ARescore Robot System for Collecting Information Designed for Ease of Use-To Propose a System Concept”, Advanced Robotics, Vol.19, No.3 pp.249-272 2005
- 3) R. R. Murphy : “International Cooperation in Deploying Robots for Disasters: Lessons for the Future from the Great East Japan Earthquake”, Journal of the Robotics Society Japan, Vol.32, No.2 pp.104-109 2014
- 4) A. Hirayama, K. Ito : “Development of rescue manipulator to search narrow space for victims”, Artificial Life and Robotics, Vol.13, pp.331-335 2008
- 5) K. Ito, Y. Simodate : “Development of semi-circular duplex manipulator for search and rescue operations in narrow spaces” ,International Journal of Advanced Mechatronic Systems, Vol.6, pp.1-11 2014
- 6) K. Ito, Y. Ishigaki : “Semiautonomous centipede-like robot for rubble development of an actual scale robot for rescue operation”, International Journal of Advanced Mechatronic Systems, Vol.6, No.2/3 pp.75-83 2015
- 7) K. Ito, H. Maruyama : “Semi-autonomous serially connected multi-crawler robot for search and rescue”, Advanced Robotics, Vol.30, pp.11-17 2016
- 8) K. Ito, S. Kimura : “Semicircular duplex manipulator for rescue operation: size and weight reduction”, International Journal of Advanced Mechatronics Systems, Vol.7, No.2 pp.104-113 2016
- 9) A. Hirayama, K. Ito : “Development of rescue manipulator to search narrow space for victims”, Artificial Life and Robotics, Vol.13, pp.331-335 2008
- 10) Suguru Takaku ,Keiichi Mamiya, Kazuyuki Ito : “TAOYAKA-S III : Soft multi-legged robot for climbing unknown columnar objects -Realization of self-contained mechanism”, ICAMechS, pp.236-241 2021
- 11) Kazuyuki Ito, Ryushi Aoyagi, Yoshihiro Homma : “TAOYAKA-III: A Six-Legged Robot Capable of Climbing Various Columnar Objects”, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.31, No.1 2019
- 12) M.Okino, K. Nagayama, K. Ito, T. Oomichi, S. Ashizawa, and F. Matsuno : “URARAKA Ⅹ:Multi-Legged Robot with Suckers to Climb a Wall -Autonomous climbing and recovery from miss-adsorption”, 2018 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics 2018