

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題	大径車輪を搭載したヘビ型ロボットACM-R8の開発
Title	Development of Large Wheeled Snake-Like Robot "ACM-R8"
著者	古村博隆, 山田浩也, 広瀬茂男, 遠藤玄, 鈴森康一
Author	Hiroataka Komura, Hiroya Yamada, Shigeo Hirose, Gen Endo, Koichi Suzumori
掲載誌/書名	ロボティクス・メカトロニクス講演会2015 予稿集, Vol. , No. , pp. 2P1-D07
Journal/Book name	Proceedings of the 2015 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, Vol. , No. , pp. 2P1-D07
発行日 / Issue date	2015, 5
URL	http://www.jsme.or.jp/publish/transact/index.html
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は日本機械学会に帰属します。
Note	このファイルは著者（最終）版です。 This file is author (final) version.

大径車輪を搭載したヘビ型ロボット ACM-R8 の開発

Development of Large Wheeled Snake-Like Robot "ACM-R8"

○学 古村博隆 (東工大) 正 山田浩也 ((株) ハイボット)
正 広瀬茂男 ((株) ハイボット) 正 遠藤玄 (東工大)
正 鈴森康一 (東工大)

Hiroataka KOMURA, Tokyo Institute of Technology
Hiroya YAMADA, Hibot. Corp
Shigeo HIROSE, Hibot. Corp
Gen ENDO, Tokyo Institute of Technology
Koichi SUZUMORI, Tokyo Institute of Technology

The necessary performances for exploration are not only the traversability on rough terrain, but also the ability for getting through narrow space and climbing over large objects. In this point of view, the active wheeled snake-like robot is to be effective. However, prior types have some disadvantages in stairs or doorknobs because of its shortage of trunk length and small of wheels. In this paper, we developed new snake-like robot "ACM-R8", which possess large and special wheels and long trunk to cover disadvantages in stairs and doorknobs, yet its height and width are smaller than other types of exploration robots. We confirmed its high traversability on stairs and high steps by motion experiment. Especially, the step height was 600mm, which is twice as high as the height of the ACM-R8.

Key Words: Snake-Like Robot, Rough Terrain, Stair climbing

1 緒言

福島第一原発原子炉建屋内を始め、災害現場の屋内における探査活動は危険性や狭隘性から作業員が直接行うことが困難な場合が多く考えられる。このような場所において探査活動を行うための探査ロボットが近年注目され多くの研究開発が行われている [1, 2]。これらの環境では、瓦礫などによる不整地の踏破性に加え、瓦礫の隙間や通気口などの狭隘地を通過する能力、または階段等の大型障害物やドアノブに対して高い位置までロボット自身がアクセスできる能力などをより高いレベルで実現できるロボットが有効であると考えられる。この点において能動車輪ヘビ型ロボットは不整地踏破性、狭隘地侵入性に加えて自身の全高の数倍もの段差の踏破ができる事 [3]、また体幹をロボットアームのように利用して何らかの操作を行う事 [4] などが実現できており、災害現場での探査活動を行うロボットとしての本形式の有効性は高い。本研究では、これらの特長を探査ロボットとして応用し大径特殊車輪や関節駆動機構の新規設計によって不整地踏破、大型障害物踏破、体幹を利用したドアノブ操作が可能でかつ他形式と比較して優れた狭隘地侵入性をもつヘビ型ロボット ACM-R8 の開発を目標とする。現段階までに、図 1 のヘビ型ロボットの体幹部分の開発を行い、またその移動性能評価実験を行った。

2 大径能動車輪ヘビ型ロボット ACM-R8 の開発

表 1 に開発した ACM-R8 の諸元を示す。能動車輪ヘビ型ロボットの特徴である狭隘地進入性や障害物踏破性能に加え実際の階段を踏破できる能力を持ち、かつドアノブに届く十分な長さで出力トルクを持つ体幹を備える事が目標となる。そのため、ACM-R8 のコンセプトは次の 4 点とした。

- 階段踏破に必要な最小限の直径を持つ大径車輪
- 新たに開発した揺動グロウサ車輪による段差踏破性能獲得
- 胴体及び車輪構造の見直しによるスタック回避
- 負荷トルク計測による地形追従制御



Fig.1 Overview of ACM-R8

Table 1 Detail Parameters of ACM-R8

	4 節	単節	単位
重量	36.5	8.5	kg
高さ	300	300	mm
奥行き	2010	440	mm
幅	360	360	mm
最大速度	0.4	-	m/s
車輪出力トルク	-	32	Nm
関節出力トルク	-	100	Nm

2.1 大径車輪

階段踏破を確実にするため、従来モデルよりも車輪径を大きくすることが考えられるが、あまりに大径な車輪では狭隘地侵入性を損なってしまう。そのため、一段あたりの高さが 200mm、傾斜 45 度の階段を想定し、小形のヘビ型ロボット [3] を用いたスケールモデルによる実験を行い、階段踏破に必要な車輪径の見積もりを行った。この結果、段差高さに対して 1.5 倍程度の直径に

において段差踏破に成功したため、ACM-R8 の車輪径を 300mm 程度とし、設計を行った。

2.2 揺動グロウサ

車輪機構の欠点の一つとして、脚型やクローラ型と比べて段差踏破性能が低いという点があげられる。この点を克服するため、新たに揺動グロウサ車輪 [5] を開発し、搭載した。図 2 において、揺動グロウサ単輪のみで車輪半径を上回る段差の踏破に成功した。

2.3 胴体及び車輪の配置

車輪機構はさらに、クローラ型などと比べて推進面が小さく凹凸地において胴体がスタックしやすいという欠点がある。この点において、図 3 に示すように幅広車輪を採用することで推進面積を広く取り、また車輪間胴体の配置を車輪半径よりも高い位置に限定することで、よりスタックしづらい構成とした。また、幅広で大容量な車輪内部にモータや基板などを配置することで、省スペース化だけでなく防水が必要な摺動部を車輪の両端部分のみとなる設計となった。

2.4 関節駆動機構及び力センサによる地形追従制御

従来モデルよりも大型化した上で同等の動作を相似に行うためには、二乗三乗則からなる質量あたりの必要トルクの増大という問題を解決しなければならない。ACM-R8 では、各関節の駆動機構をシリアルリンクから図 4 に示すようなパラレルリンク機構に変更し、ピッチ及びヨー方向への関節駆動を干渉駆動させることで、この問題に対応した。またパラレルリンク機構を用いることでアクチュエータを車輪内部に集中させる事が可能となる。さらに、リンクの一部を力センサとすることで関節へ負荷されるトルクを計測することが可能となる。これによって、各関節においてアドミッタンス制御が可能となる。

3 移動性能評価実験

3.1 直進、旋回及び小規模障害物踏破

図 5 に示す実験によって、平地での能動車輪を用いた直進、能動関節と組合せた旋回、およびアドミッタンス制御による小規模障害物への形状追従と踏破が可能であることが確認できた。

3.2 階段踏破

図 6 に示す実験によって、段差高さ 200mm、斜度 33 度程度の階段の踏破及び降下が可能であることが確認できた。この実験においても、階段の凹凸に追従するために関節の制御にはアドミッタンス制御を用いている。

3.3 大規模段差踏破

図 7 に示す実験から、ロボットの全高の倍程度となる高さ 600mm の段差踏破が可能であることを確認した。

4 結論と今後の課題

能動車輪ヘビ型ロボットの応用例として、屋内探査を行うヘビ型ロボット ACM-R8 を開発した。また実験によって、階段や自身の高さの倍程度の段差の踏破が可能であることを確認した。今後の課題として、不整地踏破実験やより厳しい条件での階段踏破、またグリッパを装備してのドアノブ操作の実現などがあげられる。

References

- [1] Elic Rohmer, Tomoaki Yoshida, Kazunori Ohno, Keiji Nagatani, Satoshi Tadokoro, and Eiji Koyanagi. Quince: A collaborative mobile robotic platform for rescue robots research and development. In *ICAM*, pp. 225–230, 2010.
- [2] 上原拓也, 湯口康弘. 災害時調査・復旧作業用 4 足歩行ロボットの開発 (特集地震・原子力災害へのロボット技術の利用). 電気評論, Vol. 98, No. 6, pp. 28–33, jun 2013.
- [3] Kentarou Kouno, Hiroya Yamada, and Shigeo Hirose. Development of active-joint active-wheel high traversability snake-like robot acm-r4.2. *Journal of Robotics and Mechatronics*, Vol. 25, No. 3, pp. 559–566, 2013.
- [4] Edwardo F. Fukushima and Shigeo Hirose. Attitude and steering control of the long articulated body mobile robot koryu. *Climbing and Walking Robots, Towards New Applications*, 2007.
- [5] 古村博隆, 山田浩也, 広瀬茂男. 原発などの狭隘環境で作業を行う能動車輪ヘビ型ロボットの開発. ロボティクス・メカトロニクス講演会, pp. 2A2–P1, 2013.

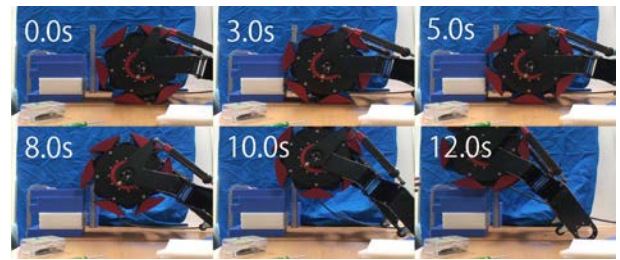


Fig.2 Step climbing experiment of Swing-Grouser

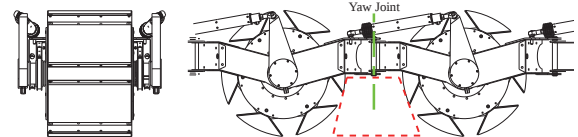


Fig.3 Schematic view of ACM-R8

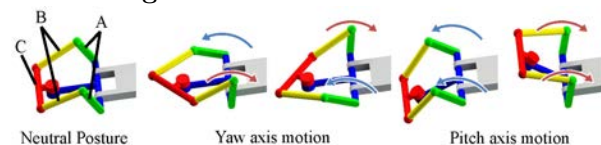


Fig.4 Schematic view of joint Mechanism

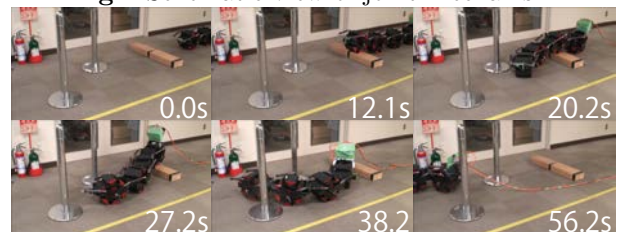


Fig.5 Experiment of Straight and Turning



Fig.6 Experiment of Stair climbing



Fig.7 Experiment of 60cm Step Climbing