3H-02

階段の昇降可能なロボット掃除機の研究

岡部 亮斗†

†東京電機大学大学院理工学研究科

1. はじめに

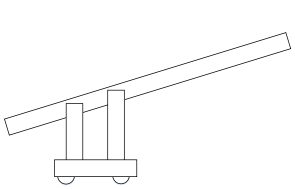
近年、様々な企業でロボット掃除機が開発され、市場に広まっている。ロボット掃除機は幅35cm前後、高さ10cm前後のディスク状の掃除機で、下面に取り付けられたタイヤを制御し、同じく下面に組み込まれた掃除部分を用いて、自動で部屋を隅々まで掃除し、掃除を終了すると自動で自らの充電器に接続するという機能を持つものが一般的である。

しかし、既存のロボット掃除機は数cmの段差やカーペットは越えることはできても、階段や大きな段差を越える機能はない。住宅やビルのような複数の階層をもつ建物内をロボット掃除機に掃除させるためには、各階層へロボット掃除機を配置するか、ロボット掃除機を人の手で別の階層へ運ぶなどの手段が必要である。

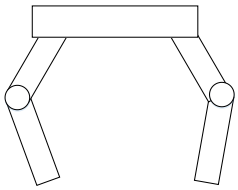
2. 関連研究

2.1 現在の階段昇降ロボット

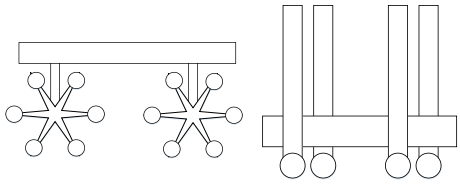
現在、福祉や災害の現場などで階段や瓦礫を昇降するロボットが存在している。昇降方法においてもいくつかあり、図(a)～(c)の3通りがある。第1(図(a))は専用の昇降装置を設置し、エレベータやエスカレータのように階段を昇降する方法である。この方法では、装置全体が大掛かりになり、設置の手間がかかってしまい好ましくない。第2(図(b))は多関節の脚を持ち、高度な制御、認識技術を駆使したシステムである。この方法により、階段の昇降は可能ではあるが、開発から実用までにかなりの年月を要する。第3(図(c))は特殊なタイヤにより、階段の昇降を行う方法である。この方法では、タイヤを階段に対して大きくする必要がありロボット全体が大きくなってしまい、ただ掃除機能を付けるだけではロボット掃除機のように狭所の掃除が困難である。



図(a)専用の装置の導入



図(b)脚式ロボット



図(c)特殊なタイヤ

3. 研究目的

本研究では階段や段差の昇降可能なロボット掃除機として適応可能な構造や段差の昇降方法を持つロボットについて研究することを目的とする。

4. 提案手法

本研究では建物の一般的な階段の昇降可能なロボット掃除機を従来のロボット掃除機と同じ大きさを維持したまま階段の昇降が可能な構造や昇降方法を提案する

4.1 要件定義

要件として、次の条件を設定した。

(1)大きさは狭所の掃除が行えるよう、階段の昇降時を除いて一般的なロボット掃除機と同程度とする。

(2)昇降する階段は建築基準法に基づき、蹴上げ23cm以下とする。

(3)一般的なロボット掃除機のような走行機構および掃除機能を備えている。

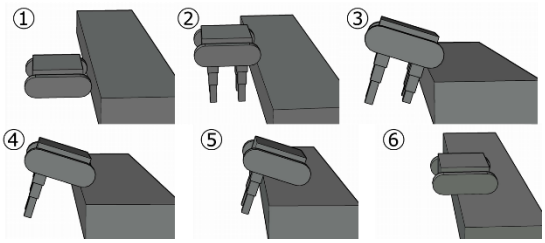
4.2 昇降方法

本研究では多段的に伸縮可能な脚を持つ構造と昇降方法を提案する。多段伸縮可能な脚は1本の脚の中に一回り小さな脚を収納しており、その中にもう一回り小さな脚を多重に収納している脚を持っている。脚の縮小時にはロボット本体に収まる長さになり、脚を段階的に伸ばすことで段差の高さまで上昇する。本ロボットは

Study of Elevating stairs of Robot vacuum cleaner
Ryoto Okabe†
†School of Science and Technology ,Tokyo Denki University Graduate School

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

この脚が 4 本で構成される。
本ロボットは次の図(d)の①～⑥の手順により昇りを行う。



図(d)昇降手順

①段差の手前で停止する
②すべての脚を伸ばし上昇する
③前足を縮め本体のタイヤを段差に掛ける
④前足を完全に縮める
⑤前進する
⑥後ろ足を縮める
下りでは動作を逆に行うことで実現する。

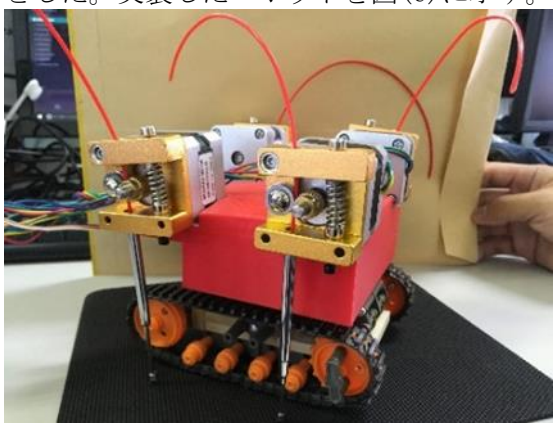
5. 実装

5.1 多段伸縮脚

多段的に伸縮する脚にはロッドアンテナの根元を切り落としたものを使用し、ロッドアンテナの先端を内部からヒモ状の湾曲可能な素材で押し引きすることで伸縮を行う。ヒモ状の素材はステッピングモータにより押し引きを行う。

5.2 ロボットの全体図

本研究では提案する昇降方法の検証のため縮小サイズでの実装を行った。また、簡易化のため、電源および制御部分はロボット外への実装とした。実装したロボットを図(e)に示す。

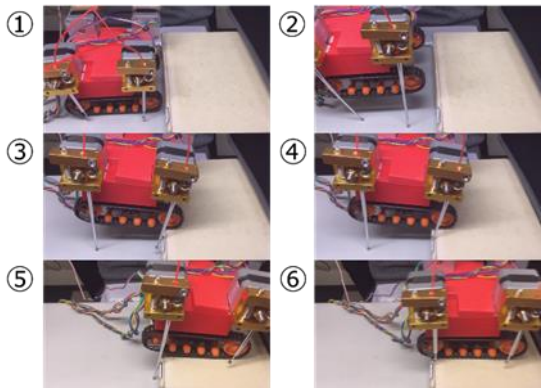


図(e)実装したロボット

本ロボットは最下段に DC モータによる走行機構を持ち、その上に掃除機構やバッテリーの実装を想定した赤色の土台、側面に多段伸縮可能なロッドアンテナと上部にその制御用のステッピングモータから構成される。

6. 評価

本研究では実装したロボットが用意した段差を上ることができるかで評価実験を行った。本実験はロボット本体が縮小サイズであることから 5cm の段差で行った。次の図(f)にその時の様子を示す。



図(f) ロボット上昇時

本実験では図(d)で提案した上昇手順に沿って階段の上昇を行うことが確認できた。

7. 考察

本実験では縮小サイズでの段差の昇りを行うことが確認できたため、一般的なロボット掃除機の大きさでの実装を行うことでより大きな段差の上昇が可能であると考えられる。
本ロボットは上部に 4 つのステッピングモータを実装しているため，重心が高くなってしまい安定性に不安がある。これは掃除機能やバッテリーを想定しているところへ実装することで重心が下がりより安定すると考える。

8. まとめ

(1)ロボット掃除機として適応可能な構造や昇降方法を持つ階段昇降可能なロボットの提案および縮小サイズでの段差の上昇実験を行った。
(2)多段的に伸縮可能な脚を 4 本持ち、走行時はロボットの高さを抑えることができる。

参考文献

1) 日本機械学会論文集『脚車形階段昇降ロボットの研究』
https://www.jstage.jst.go.jp/article/kikaic1979/54/503/54_503_1500/_pdf
2) 精密工学会誌『階段昇降ロボット TO-ROVER III の開発研究』
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjspe1986/60/10/60_10_1495/_pdf

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.