宮崎大学学術情報リポジトリ
University of Miyazaki Academic Repository

プロペラ推進型壁面移動ロボットの移動性に関する技術的展望

メタデータ	言語: jpn 出版者: 日本機械学会 公開日: 2020-06-21 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 宮城, 弘守, 日高, 義浩, 東, 正之, Hidaka, Yoshihiro, Azuma, Masayuki メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10458/1825

プロペラ推進型壁面移動ロボットの移動性に関する技術的展望

A Technical Outlook for the Mobility of Propeller Type Wall-Climbing Robot

正　○宮城　弘守（宮崎大）　　准　　日高　義浩（宮崎工業高等学校）
准　　東　　正之（延岡ろう学校）
Hiromori MIYAGI, Miyazaki University, Gakuen-kibanadai-nishi 1-1, Miyazaki
Yoshihiro HIDAKA,Miyazaki Prefectural Miyazaki technical high school
Masayuki AZUMA,Miyazaki Prefectural Nobeoka deaf school

Three quite different types of wall-climbing robot models have been developed in our laboratory. The 3rd type can move on a wall by using the thrust force of propellers. A Technical outlook for the mobility of this model is discussed in this paper.

Key words: Wall-Climbing Robot, Mobility, Control, Thrust Force, Propeller

１．まえがき

宮崎大学工学部では２５年にわたって壁面移動ロボットの開発研究を続け、これまでに吸盤吸着式の２形式とプロペラ推進走行型の計３形式の実証試験に成功した[1]。プロペラ推進走行型はプロペラの推力を壁側にやや傾け、自重を支えながら車輪を壁に押し付けて駆動して連続平面壁を高速移動できる[2]。

これを壁面の凹凸や建物の角を回り込んで移動できるよう改良できないか、技術的展望について検討した。本稿ではその検討結果について述べる。

２．壁面凹凸踏破性能を向上する方法

プロペラ推進走行型は、安全のため自重を上回るプロペラ推力を発生できる。ただし、その角度が鉛直壁面用に固定されているため壁面の傾斜角度が鉛直より大きくなると対応できない。推力の方向が変化できれば天井面に張り付くことも可能であることは、別のモデルで確認している[3]。また、４個の車輪の直径も小さく壁面に大きな凹凸があると乗り越えられず走行移動できない。

これらの課題に対応し、さらに左右方向にもプロペラ推力の角度を変化できるようにするには、Fig.2 のような機体構造が考えられる。

機体の上下には各１基のエンジンで互いに反転駆動されるプロペラ推進機が搭載され、反転トルクは相殺される。プロペラはそれぞれが機体のメインフレームに設けられた円形のレールに沿って左右に回転でき、壁方向にも傾斜できるようになっている。プロペラを左右から挟むように４個の大きな車輪が取り付けられ、直流モーターでそれぞれが駆動される。ステアリングは上下が独立に２０［deg］程度変化できる。車輪は自転車のように細いタイヤとスポークを使用して構成し、横倒しの姿勢ではプロペラの後流がスポークの間を吹き抜ける構造とする。また、プロペラの中心は上下の車輪の中心上に置き、機体の中心に重心がくるように搭載機器の配置を工夫する。

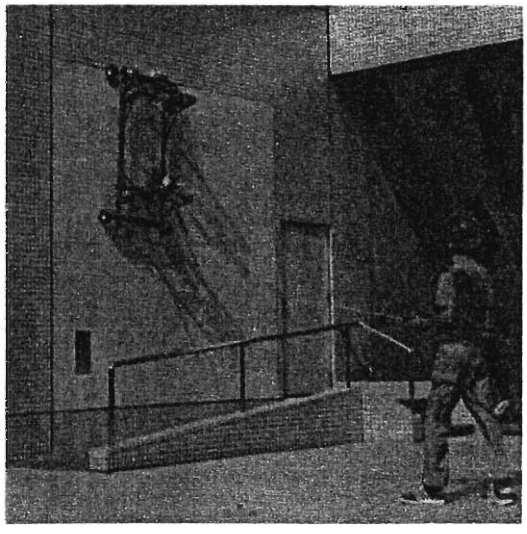


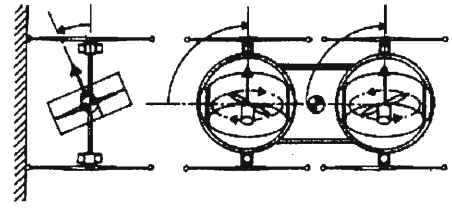
Fig1. Propeller type model

３．走行移動の概要と移動操作

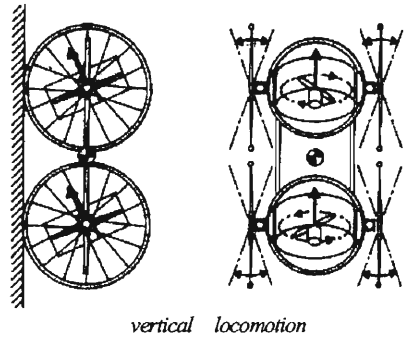
3.1 走行移動の概要

Fig.3 は、この機体が壁面の凹凸に沿って鉛直方向に移動する様子を示している。

連続して鉛直方向に移動するときには、推進力を壁方向にやや傾けその鉛直上向き成分を自重に一致させる結果、機体は壁方向の力を受けて車輪が押し付けられる。庇の付け根に達すると、推力を増加して天井に車輪を押し付け、鉛直壁面から天井面に移動する。移動中前後の車輪がそれぞれの接触点で壁面に押し付けられるよう、上下のプロペラはそれぞれ別に推力とその方向が調整される。天井面に逆さに取り付いて移動するときは、推進力を３割程度増加して車輪を天井面に押し付けて落下を防ぐ。天井面から鉛直壁に回り込むときは、壁面の角に向



level　locomotion



vertical　locomotion

Fig2. Improved model

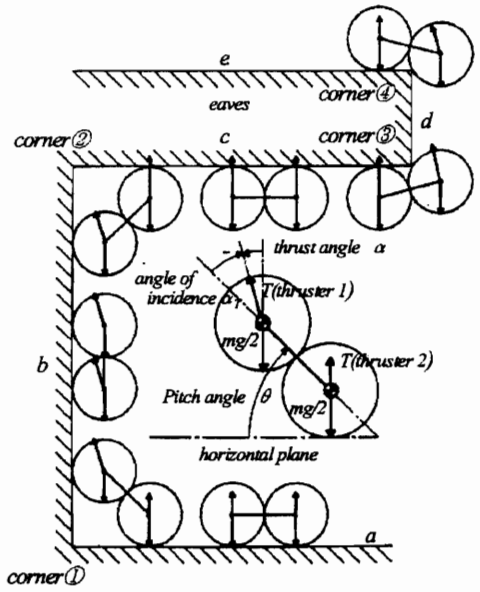


Fig3. Image of vertical locomotion

かって車輪が押し付けられるよう推進力とその方向を調整する。完全に屋上に乗り移った車輪には機体の重量がかかるよう推進力を低く絞り込む。

機体を横倒しにして鉛直壁面上を水平方向へ移動する場合は、鉛直方向への移動より制御が容易である。前後の車輪が壁面に接触する部分で壁に押し付けられるよう、プロペラの推進力とその方向が独立に調整される。

上に述べた制御は、機体に簡単なフィードバックシステムを搭載すれば水平儀と車輪表面に埋め込んだ接触スイッチの検出信号に従って比較的簡単に自動化できると考えられる。かくてオペレータは、車輪駆動とステアリングの操作に集中できる。

3.2 プロペラ推力とその方向の制御

Fig.4、Fig.5 に鉛直方向へ移動する場合のプロペラ推力とその傾斜角度の値を示した。計算では簡単のため、機体重量は上下の車軸の中央すなわち推力中心に１／２づつ配分され、重量０のフレームで L/D＝１の距離で連結されていると仮定している。また車輪を建物の面や角に押し付ける力はスラスター１、２とも常に機体重量の１５％となるよう調整するものとした。

いずれの図も上段がプロペラ推力で中段が鉛直軸からみた壁面方向への推力の傾斜角を示し、下段は機体から見た推力の傾斜角（取り付け角）を示している。Fig.4 が凹部分での制御で、Fig.5 が凸部分での制御を示している。

プロペラ推力 Tは１基の値であり、機体重量mgで割って無次元化して表現している。プロペラの角度αは鉛直上方を０［deg］として壁面方向への傾きを＋の値で表現した。プロペラの取り付け角 α_T は機体のフレームを基準とし、反時計廻りを＋、時計廻りを－で表している。

凹部分の移動では、建物の角（０、９０及び１８０［deg］）でプロペラ推力とその角度を不連続に変化させる以外、容易に自動制御できる。

凸部分の移動では、機体傾斜角度に応じたプロペラ推力とその角度のデータを表の形で制御用コンピュータ等に記憶させておけば対応できる。

４．おわりに

プロペラ推進走行型壁面移動ロボットを壁面の凹凸を踏破できるように改良する方法について検討し、次のようなことが分かった。

1)反転駆動されるプロペラを左右から大きな車輪で挟んで構成される２個の推進ユニットを僅かに車輪に隙間ができる程度の短く軽量のフレームで連結する。プロペラは推力と２方向の角度を変化できるようにする。

2)ロボットの機体に２軸の水平儀を搭載し、接触位置を検出できるセンサーを表面に埋め込んだ車輪を使用すると、容易にプロペラ推力の制御を自動化できると考えられる。

参考文献

(1)西・宮城,機論(C 編),vol.57-No.543(1991-11),pp.179-185,1991.
(2)宮城・西,ﾛﾎﾞﾒｯｸ講演論文集,vol.13,pp.829-832,1996.
(3)日高・東・宮城,ﾛﾎﾞﾒｯｸ講演会,講演番号 2P1-44-066,2000.

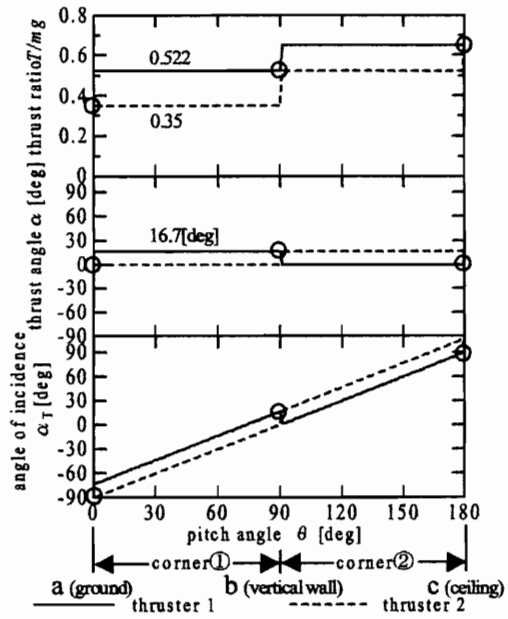


Fig4. Thrust control at the concave corners

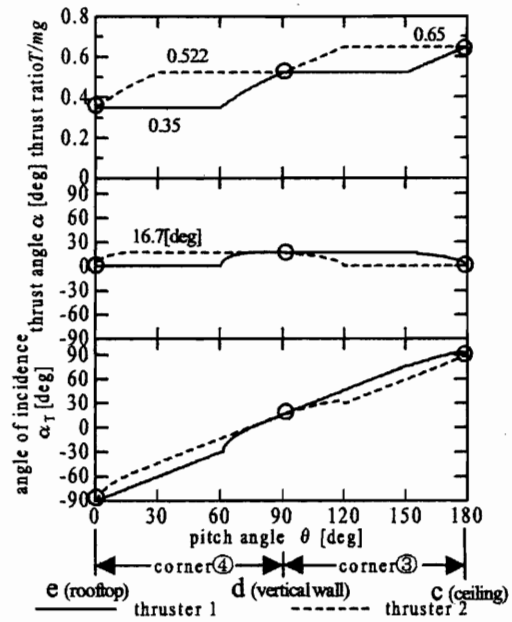


Fig5. Thrust control at the convex corners