



車輪駆動式壁面移動装置の障害踏破機構

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, 矢括, 幸始, Yahazu, Kouji メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10458/1829

車輪駆動式壁面移動装置の障害踏破機構

A mechanism for moving over obstacles on a wall for
the wall-climbing vehicles of wheel-drive type

正 ○宮城 弘守 (宮崎大) 矢括 幸始 (宮崎大院)

Hiromori MIYAGI, Miyazaki University, Gakuen-kibanadai-nishi 1-1, Miyazaki
Kouji YAHAZU, Graduate school of engineering, Miyazaki University

A wall-driving robot was developed in 1994 in our laboratory, and it could move on a vertical wall by using thrust force of two propellers and wheels¹⁾. This model is easily controlled on a flat wall, but was difficult to use on an irregular wall. To solve this problem, the mechanism of wall-climbing of this type was simulated on a computer²⁾, and particular attention was paid to and maneuverability in the movement of this robot. A test model is manufactured and the experiments confirm that the model can move on an irregular wall by using a computer-aided control system.

Key words: Wall-Climbing, Irregular wall, Wheel-drive, Propeller, Experiments

1. はじめに

本研究室では25年にわたる壁面移動ロボットの研究の中で、遠隔無線制御により鉛直平面壁上を高速移動できるプロペラ推進壁面移動ロボットを1994年に完成した¹⁾。

前報ではこの形式が壁面上の障害物を乗り越えて移動するための機体構造、制御機構および連続走行移動制御のコンピュータシミュレーション結果を報告した²⁾ (Fig.1 参照)。この移動法他につき電動テストモデルで確認試験を行ったところ、良好な移動性能が確認されたので報告する。

2. 実験装置

鉛直方向移動実験装置をFig.2に示す。直径302mmの車輪2個D₁₂、直径250mmのプロペラ2枚T₁₂、プロペラ推力の方向角を300°変化できるサーボモータ2個α₁₂などで構成される約4.5kgの電動テストモデルは、縦横2自由

度のヒンジで支えられた長さ3mのサポートバーの先端に重心軸周りに自由に姿勢角φを変化できるように取り付けられている。プロペラ推力が不足するため、モデル重量の83%をカウンターウェイトで支えている。

電動モデルの移動はオペレータがマニュアルで車輪の回転を操作して行い、操縦支援コンピュータは自動的にプロペラ推力とその方向角を制御してモデルを車輪接触点に向かって押し付ける。

車輪が壁などに2点で接触したときどちらの接触点に車輪を押しつけるか、凹部を通過する方法として連続走行移動と車輪駆動トルクによる機体の回転移動(4.参照)の何れを選択するかは、移動モードスイッチを使って指令する。

また、仕様検討中の車輪接触角センサーもこのスイッチを代用している。



Fig.1 Concept model



Fig.2 Test model

3.1 走行移動中の推力・方向角制御

移動中、接触点に車輪を押し付けるため操縦支援コンピュータが刻々算出するプロペラ推力 T と方向角 α は以下のとおり。添字は1が前輪側、2が後輪側を示す。

$$T_{1,2} = \{f_{1,2} \cos^2(\beta_{1,2} \phi) + (mg/2 - f_c - f_{1,2} \sin(\hat{\alpha}_{1,2} - \delta))^2\}^{1/2}$$

$$\alpha_{1,2} = \pi/2 - \phi - \tan^{-1}\{\cos(\beta_{1,2} \phi) / (mg/2 - f_c - f_{1,2} \sin(\hat{\alpha}_{1,2} - \delta))\}$$

ここで $f_{1,2}$ は車輪を接触点に押し付ける力で f_c はカウンタウエイトによる力。何れも固定設定値。 ϕ は水平を基準とする機体傾斜角、 $\beta_{1,2}$ は前後の車輪中止を結ぶ線を基準とする車輪接触角。

3.2 連続走行移動実験

Fig3はこの実験を収録したビデオ画像をである。実験中凸コーナー部分で瞬間的に車輪が浮き空転することがあったが、移動自体に影響はなかった。

4. 車輪駆動トルクによる機体回転移動

4.1 鋭角凹コーナーの連続走行移動

連続走行移動は平面壁や庇のような凸部、90°以上の凹部の移動に適すが、90°以下の凹部の移動では車輪の駆動操作がこみいって安全性を維持できない。

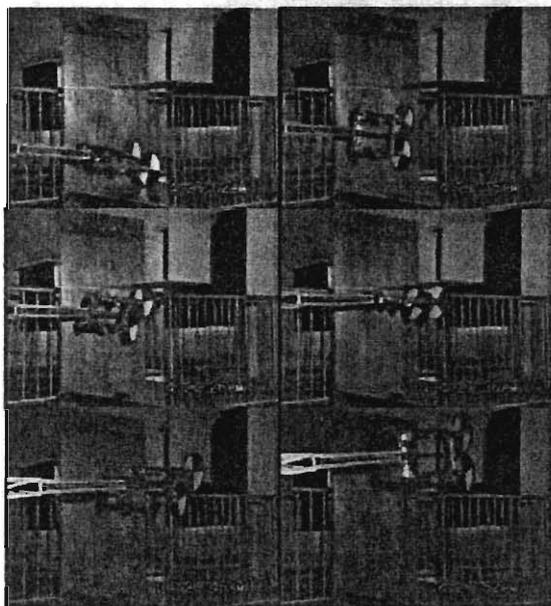


Fig.3 Drive locomotion test

これに代わる方法を検討した結果、車輪駆動時に機体に加わる逆トルクを利用して機体全体を回転移動する方法を考案した (Fig4 参照)。

4.2 回転移動中の推力・方向角制御

機体回転移動中のプロペラ推力 T とその方向角 α に対する命令を次に示す。

前輪 (コーナー) 側:

$$T_1 = \{f_1^2 \sin^2 \theta_1 + (mg/2 - f_c + f_1 \cos \theta_1)^2\}^{1/2}$$

$$\alpha_1 = \pi/2 - \phi - \tan^{-1}\{(f_1 \sin \theta_1) / (mg/2 - f_c + f_1 \cos \theta_1)\}$$

後輪側:

$$T_2 = mg/2 - f_c$$

$$\alpha_2 = \pi/2 - \phi$$

5. おわりに

ここまでの実験より、プロペラ推力とその方向角の操縦支援制御は機体傾斜角と車輪接触角の情報があれば確実に行えることが確認された。なお、車輪接触角センサーには少々浮いた状態でも複数の接触方向が検出 (予想) できる非接触式のものが適当であると現状では考えている。

この研究は科学研究費補助金 (課題番号 13650282) を利用して行っており、今後車輪接触角センサーの仕様に関する検討結果等をまとめる。

参考文献

- 1)宮城ほか,ROBOMECS'96 Video Proceedings.
- 2)宮城ほか,ROBOMECS'00 講演論文集

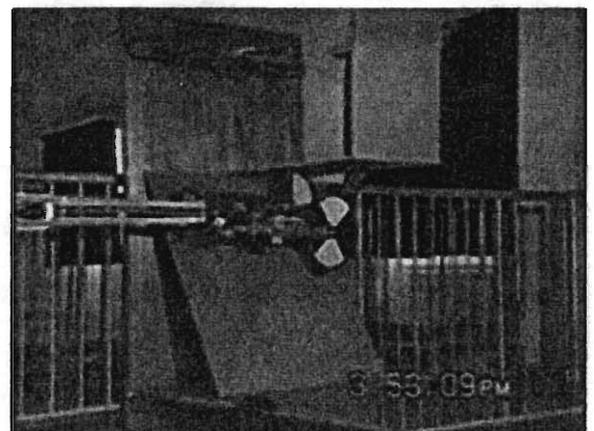


Fig.4 Lift up locomotion test at a tight corner