

E-21

展開車輪を用いた階段昇降ロボットの研究

A Study of Stair Climbing Robot Using Wheels to Transform

○山田慶太¹, 渡邊茂和¹, 村田浩貴², 入江寿弘³

Keita Yamada, Shigekazu Watanabe, Koki Murata, Toshihiro Irie

Abstract: There is the movement method of the robot in various ways. However, they have good and bad points. For example, a wheel is very effective on the level ground but can't climb the stairs. A leg has an opposite characteristic. Therefore, I devise the vehicle which can climb the stairs. I do unprecedented approach because there is already the robot with this ability. It is the vehicle having a wheel with the variable mechanism. The vehicle to devise does the miniaturization of the wheel. And I think about application to a wheelchair and the UGV.

1. はじめに

ロボットの移動方法には車輪, 脚, クローラー等多様なものがある. それぞれに長所があるが, 整備された平地では車輪が抜群の機動力を発揮する. 逆に車輪で段差等を越える場合には限界がある.

そこで段差越えや階段昇降を可能にする車輪を搭載した車両を考案する. これにより車輪の最大の特徴である平面移動能力を生かしたまま段差や階段を越えられる. 車輪型の移動ロボットでの段差乗越え等はすでにアーム回転式階段昇降ロボットやクローラーにより実現されている. しかしそれらは装置が大型になる, 重くなる等の問題がある.

そこで小型の車輪で段差や階段の昇降ができるよう, 展開機構を持つ車輪を搭載した移動機構を考案する. そしてUGV(Unmanned Ground Vehicle)や車椅子等への応用を試みる研究を行っている.

2. 機構

2.1 展開型車輪

平面移動と階段移動を両立する機構を実現するために, Fig.1 のような展開車輪を用いる.

Fig.1 に車輪の可変モデルを示す. 十字のフレームの先端に 4 つの勾玉型車輪を取り付け, 展開円盤を回

転させることでリンク機構の金属棒を押し出し, 車輪の展開が行われる. 平地走行時には Fig.1(a) のように円形になり移動し, 段差昇降時には Fig.1(b) のように展開して, 段差を乗り越える.

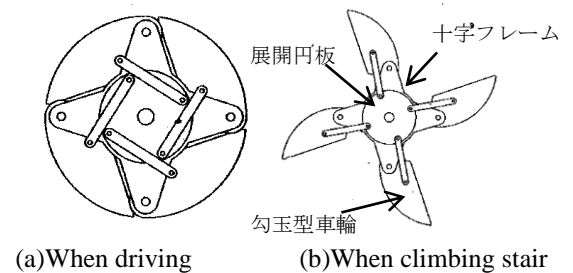


Fig.1 The wheel

2.2 2 モータ式の機構

車輪の展開と回転を切り替える機構のモデルを Fig.2 に示す. 前年度はクラッチ式の切替機構を採用していたが, 今年度は駆動用と展開用に 2 つのモータを用いた機構にする. 昨年は 4 輪すべてが展開車輪の車体だったが, 今年度は 1 車輪にモータ 2 つと重いので前輪のみを展開車輪として重心に安定性を持たせ, 全体の形状を歩行車に模した形状とする.

2 つのモータでそれぞれの軸を制御して, 十字フレームと回転円盤をコントロールすることにより, 静止中の車輪展開, 通常走行, 走行中の車輪展開を行うことができる.

1 : 日大理工・学部・精密機械工学科 2 : 日大理工・院・医療福祉工学専攻 3 : 日大理工・教員・精密機械工学科

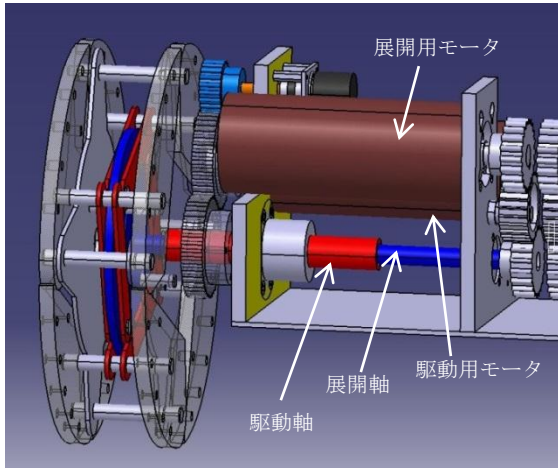


Fig.2 Mechanism model

3. 2 モータによる動作制御

3.1 回転速度制御

Fig.3 にブロック線図を示す。各モータの速度を検出し、速度フィードバックによる制御をかけることで、モータ速度を一定に保てるようにする。車輪の展開や旋回動作はモータ間の速度に差をつけることで行う。

通常走行時には駆動用モータと展開用モータの回転速度を同期させる必要があるため、二つの速度差を計算し、展開用モータにフィードバックをかけることで速度を同期させる。同様に左右の駆動用モータの回転速度差を求め、片側にフィードバックすることで安定して直進できる。速度差フィードバックを行うかはコントローラで指示する。

3.2 車輪角制御

車輪の角度がずれた状態で展開すると左右のバランスが悪く階段移動が困難となる。そのため車輪角度の調整をし、階段手前で左右の車輪角度を同じにする必要がある。車輪角度の検出は、ロータリエンコーダを駆動用モータにギアで接続することにより行う。車輪角度のずれを修正して左右の車輪角度をそろえる方法として、車輪を微量展開して左右の車輪の径を変化させることで距離に対しての回転数を調整することで行う。

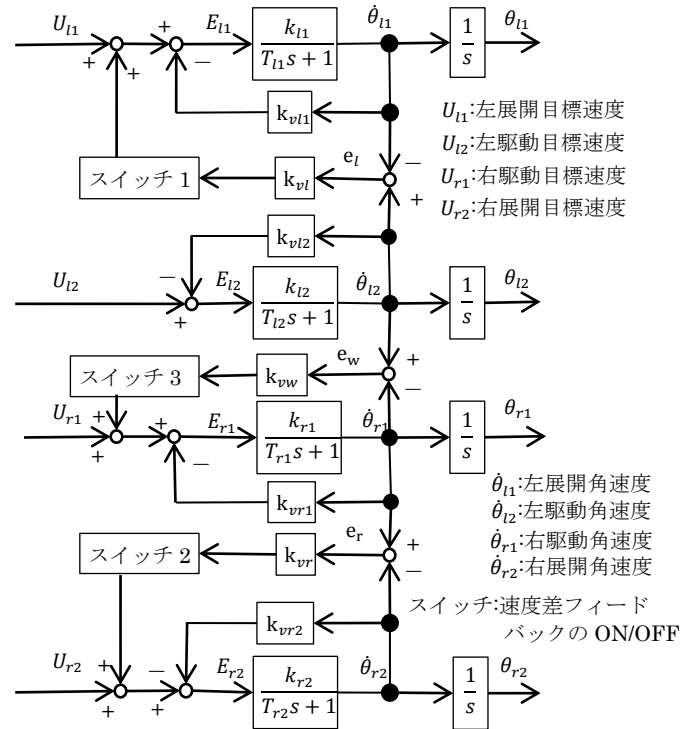


Fig.3 Fig.3 Motor control block diagram

4. まとめ

車輪の制御をモータ 2 つで行うことにより、左右の車輪の回転速度および展開量を個別に制御できるようになり、走行中の車輪角度調整が行えるようになった。

5. 今後の課題

キャスターによる後輪を接続しての平地走行実験、階段昇降実験を行う。プログラミングにより計測データをもとに、走行中に左右の車輪角度を自動調整できるようにする。

6. 参考文献

- [1]日本ロボット学会: 新版 日本ロボット工学ハンドブック, コロナ社, 2005 年
- [2]阿部剛大, 片山大地, 宮下正好, 入江寿弘: 「段差乗り越え車輪を用いた移動ロボットの研究」計算工学講演会論文集 Vol.15 No.1, pp.365-368, 2010