

スライダによるバランス制御を用いた倒立振子の研究

知能制御工学研究室

村瀬 賢晃

1. 緒言

昨今、様々な所で製作や研究が行われている移動ロボットには歩行型や車輪走行型、キャタピラ型など多種多様な種類がある。本研究では2つのタイヤとバランス制御機構を使用した自転車型ロボットの開発において一番の問題となってくる車体のバランス制御の研究について述べる。

2. バランス制御機構の構想

バランス制御機構の考案において自転車型ロボットを簡略化し一種の倒立振子と考えた。倒立振子のバランスを取る方法には様々な物があるが、本実験では倒立振子へ左右に動くアームを取り付け、そのアームを左右に移動させる事により発生する反力を利用することによりバランスを取る機構を提案する。バランスを取る様子を図1に示す。

3. 可制御性の検証とシミュレート

構想した倒立振子を元に図2の様にモデル化し運動方程式と状態方程式を求め、この状態方程式の可制御性を調べるとアームの取り付け位置が

$$l = \frac{M_1 L_{1G}^2 + J_1 + J_2}{M_1 L_{1G}} \quad \text{となる点を除く取り付け}$$

位置では可制御となることが判明した。不可制御となる点を N とする。また、この結果を元に MATLAB によるシミュレーションを行った際、振子を安定させる為にはアームの取り付け位置が点 N よりも上にある場合は振子の傾きに対し反対方向へアームを移動させるのに対し、点 N よりも下にある場合は逆に振子の傾きと同じ方向にアームを移動させるというシミュレーション結果が得られた。この結果を実証するべく実際に倒立振子を作り、制御を行っていく。

4. 倒立振子の製作

製作した倒立振子を図3に示す。振子本体にはアームの取り付け位置を変更できるようにレールを設けた。アームはボールねじ式スライダを使用し、ロータリーエンコーダ付モータで移動量を計測する。倒立振子の傾きはジャイロセンサを使い計測する。これは自転車ロボットの構造上、支点部分がタイヤと地面の接点になるため、支点到角度センサを取り付けることが困難な為である。各種センサの情報は dSPACE を利用して倒立振子の制御に用いる。

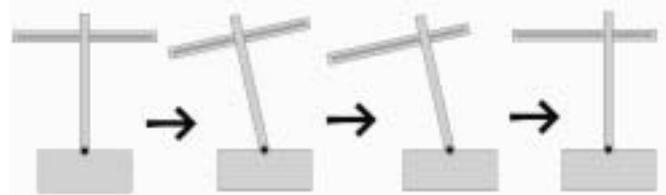
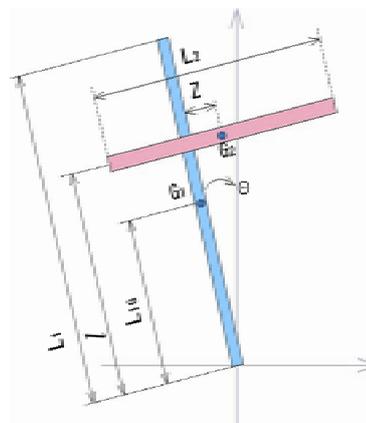


図1 動作の様子



- M_1 : ボディの質量
- L_1 : ボディの長さ
- G_1 : ボディの重心
- L_{1G} : 支点とボディの重心 G_1 までの距離
- J_1 : G_1 での慣性モーメント
- M_2 : アームの質量
- L_2 : アームの長さ
- G_2 : アームの重心
- J_2 : G_2 での慣性モーメント
- l : 支点からアームの取り付け位置までの距離
- θ : ボディの傾き
- z : アームの変位量

図2 倒立振子のモデル化



図3 製作した倒立振子

5. まとめ

今回製作した倒立振子により先の計算の検証を行うための倒立振子は完成した。今後は倒立振子の重量を考慮した運動方程式の計算や dSPACE による制御を行って倒立振子の安定化を実現していきたいと考えている。