

受動車輪型二足歩行ロボットの倒立制御

知能機械力学研究室

万福 崇裕

1. 緒言

現在、さまざまな環境下に対応したタイプのロボットが研究・開発されており、主な移動方法として二足歩行による移動や車輪による移動が用いられている。それぞれの特徴として、二足歩行は段差や砂利道のような不整地などのさまざまな地形に対応した移動が可能であり、車輪走行では障害の無い水平面上における移動において移動効率や移動速度などの点で優位性があると考えられる。

本研究では二足歩行ロボットの足先にモータなどの動力のない車輪である受動車輪を取り付け、不整地では歩行、水平面上では受動車輪を使って走行するような環境に合わせて移動方法を使い分けるロボットの開発を目標としている。

現在、車輪走行時は前後方向にバランスが取れないため、補助アームを必要としている。この補助アームを取り除くため、ロボットに高速回転する円盤状の物体を取り付け、その物体を傾転させることによって発生するジャイロ効果を用い、倒立制御をすることを考え、数値シミュレーションによる検討を行った。

2. ジャイロ効果を用いた倒立制御

Fig.1 のように高速回転しているコマを傾けるように強制的に角速度 Ω の回転を与えた時には、トルク T が発生する。この関係を数式で表すと、

$$H \times \Omega = T \quad \dots(1)$$

となる。このとき H は角運動量であり、回転しているコマの角速度と慣性モーメントの積である。このように軸の向きを変えようとするときに加えた力の方向と直角の方向に回転軸が動くという性質がある。この性質はジャイロ効果と呼ばれており、本研究では、ジャイロ効果を利用して倒立制御を行う。

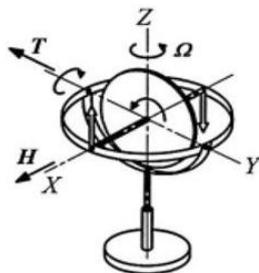


Fig.1 Effect of gyro

3. シミュレーションモデル

シミュレーションに使用したモデルの一つを Fig.2 に示す。このモデルは設置部に車輪を持つ二足ロボットの上に高速回転をするコマが取り付けられており、車輪は前後方向に自由に動くことができる。今回は、比例制御を用いて本体の角度をフィードバックし、倒れそうになるとコマにモータで角速

度を与えトルクを発生させている。なお、ゲインの値は試行錯誤で決定した。

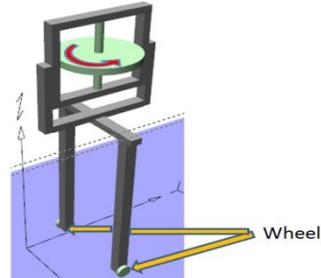


Fig.2 Simulation model

4. シミュレーション結果

モデルを 5 度傾けた状態から開始し、倒立状態を 0 度として、その角度の変移を示したグラフが Fig.3 である。

図より 4 秒付近で収束しており系としては安定で、ジャイロ効果を用いて倒立制御を行うことが可能であることがわかる。しかし、収束する過程において本体が水平に回転するという現象が起こった。また、収束するまでかなり時間がかかっていることから、より短時間で収束する条件を探さなければならないと考えられる。

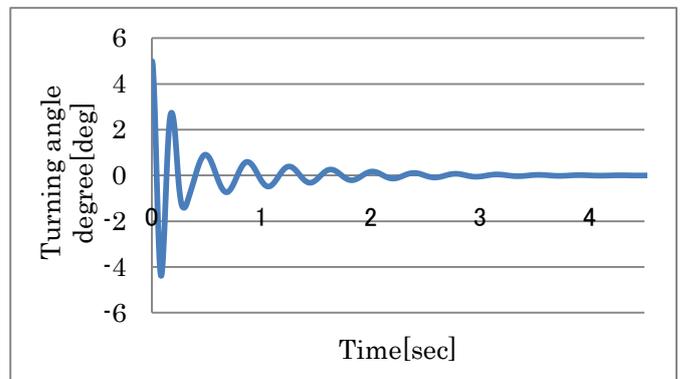


Fig.3 Transition of angle.

5. 結言

受動車輪型二足歩行ロボットの倒立制御にジャイロ効果が利用可能かどうかについて数値シミュレーションにより検討を行った。シミュレーションの結果より、倒立制御が可能であることがわかった。今後は、機構や制御方法に改善を加え、試作機の製作により本手法の実験的検討を行っていく予定である。

文献

(1)黒須茂：コマの不思議 pp97-106, pp117-119.