

Lego Mindstorms EV3 を用いた倒立2輪ロボットの制御

報告者 240104 伊藤 暢起

263101 カヴィン

指導教員 木澤 悟

1. 緒言

研究の背景として近年、セグウェイなどの倒立二輪ロボットの開発、研究が盛んに行われている。倒立二輪ロボットの制御は大変不安定なシステムで、本体の姿勢角や車輪の回転を制御しなければ倒立させることは困難である。そこで本研究では倒立二輪ロボットを容易に組み立てることが可能な LEGO Mindstorms EV3 を用いて製作し、制御系設計ツールとして幅広く使われている MATLAB/Simulink を用いて、PID コントローラを設計し、接続した倒立二輪制御に挑戦、制御についての知識と技術の向上を目指した。

ジャイロセンサ



L モータ

はじめに図 1 に製作した倒立二輪ロボットを示す。倒立二輪ロボットにはジャイロセンサ、L モータ、を取り付けた。実験装置の構成は、PC と WiFi で通信できる倒立二輪ロボットに制御装置である EV3 に MATLAB/Simulink を用いて作成したプログラムを組み込んだ。倒立二輪ロボットを制御するにあたって PID 制御を採用しプログラム線図によるプログラムを作成した。実験方法は図 2 のように目標角度を 0° として目標角度から傾いた角度の大きさによってモータの回転数を調整し、倒立する比例(Proportion), 積分(Integral), 微分(Differential)のそれぞれの P パラメータの数値を調整した。



図 2 目標角度と姿勢角

3. 実験結果

実験からロボットが倒立する P, I, D の値は $P=7$, $I=26.5$, $D=0.6$ となることが分かった。この値を決定値として実験を行った際の姿勢角と時間の関係を図 3, 4 に示す。図 3 は倒立に成功した場合のグラフで、姿勢角の振幅がほぼ 0° 一定であることから安定した倒立ができていると言える。図 4 は倒立に失敗した場合のグラフで、15 秒過ぎから急激に姿勢角が大きく乱れて転倒していることが分かる。以上の結果より設定した PID 値はロボットを倒立できる場合と転倒する場合が分かった。図 5 にジャイロセンサをロボットから外し、固定した状態でジャイロセンサの角速度値を積分した角度の時間応答を示す。転倒する原因はこの図から明らかのようにジャイロセンサは静止した状態でも時間とともに角度変化を起こし(ドリフト現象)倒立制御に影響を与えていることが分かる。

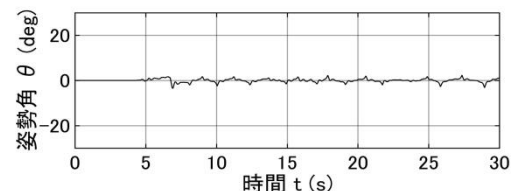


図 3 姿勢角の時間応答(成功時)

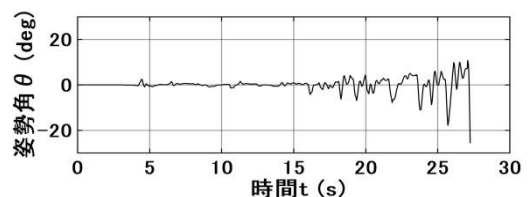


図 4 姿勢角の時間応答(失敗時)

4. 結言

姿勢角が安定しないのはジャイロセンサの計測値が変動するドリフトという現象が考えられる。ドリフトは振動や温度の変化などで発生し防ぐことはできないが制御プログラムにカルマンフィルタを組み込むことで、状態量を推測することができ、ドリフトの影響を抑えることができるのではないかと考えられており、今後の検討課題である。

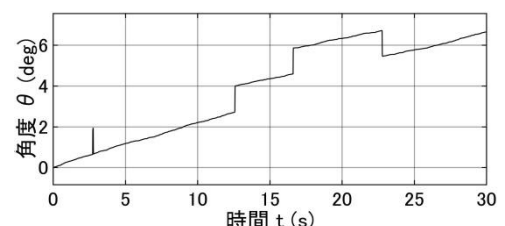


図 5 角度の時間応答