

# シミュレーション&実機で 倒立ロボットの限界を見極める

川村 聡

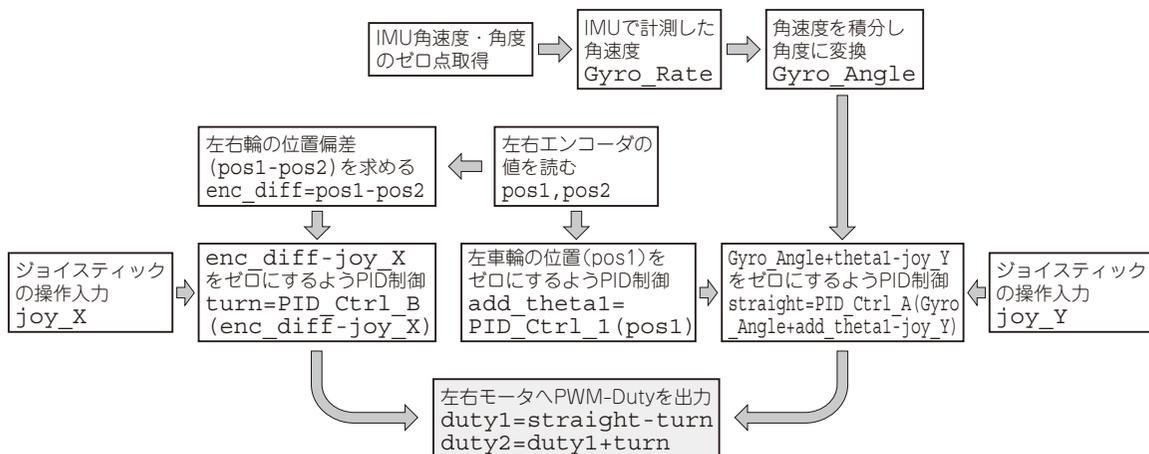


図1 今回製作した倒立ロボットのアルゴリズム(第1部第5章図2再掲)

第5章の倒立ロボットの制御ではPIDゲインなどの制御パラメータについて、実機動作を見ながら経験則で合わせ込みました。また、制御アルゴリズムの順序も試行錯誤的に決定しました。

本章では今回製作した倒立ロボットについて、アルゴリズムや車輪位置制御の項の有無、トルク制限の有無で挙動がどのように変わるのか検証します。加えて、倒立ロボットに坂道を上らせたり、円旋回させたりして、イメージ通りに動くのかも確かめます。

実験の様子動画は本誌サポート・ページで確認してください。

[https://interface.cqpub.co.jp/2025\\_04\\_1b6s/](https://interface.cqpub.co.jp/2025_04_1b6s/)

## 実験①…倒立ロボットの制御アルゴリズムをシミュレーションで検討

実機がない状態でもある程度の目星を付けるため、シミュレーションでパラメータやアルゴリズムの検討を行います。ただし、シミュレーションのパラメータは完全に値を一致させることにはこだわりません。これは重量や寸法関係など比較的容易に求まるパラメー

タ以外に、摩擦係数やモータの不感帯、電気的な遅れなど、同定が困難、あるいは同定に非常に時間がかかるパラメータが複数あるためです。

そのため本章では実機とシミュレータを完全に一致させることにはこだわらず、変数が高いか低いかの相対的な検証にとどめます。

### ● 実験方法

シミュレーションに用いる物理パラメータは、前章で3D CADで求めた値を使います。

- 重量  
Body = 325.6 [g], Wheel = 8.4 [g]
- 慣性モーメント  
Body = 815403 [gmm<sup>2</sup>], Wheel = 3997 [gmm<sup>2</sup>]

このとき、単位に注意します。シミュレーションではSI単位系 (m, kg, s) を使うため、事前にExcelなどで単位を変換しておくか、コード内に単位変換用の計算を追加します。

### ● 結果

図1のアルゴリズムのうち、ボディの姿勢角度のみ