

平成 25 年度 学内研究助成金 研究報告書

| | | |
|----------|--|--|
| 研究種目 | <input checked="" type="checkbox"/> 奨励研究助成金 | <input type="checkbox"/> 研究成果刊行助成金 |
| | <input type="checkbox"/> 21 世紀研究開発奨励金 (共同研究助成金) | <input type="checkbox"/> 21 世紀教育開発奨励金 (教育推進研究助成金) |
| 研究課題名 | 小型実験装置による倒立二輪移動体の安全性確保に関する研究 | |
| 研究者所属・氏名 | 研究代表者：工学部 ロボティクス学科 講師・友國 伸保 共同研究者： | |

1. 研究目的・内容

本研究では、倒立二輪移動機構の緊急時の回避のための機構および制御の手法について研究を行なう。このような緊急時の挙動を検証するような研究では、実際に人が乗れるような大きさの実験装置では実験に危険が伴うため、1/5 スケール程度の小型モデルを製作する。小型モデルを製作して倒立二輪移動体の安全性の確保に向けた研究を実施する。

2. 研究経過及び成果

本研究では、研究の倒立二輪移動機構の緊急時の不安定性回避のための機構および制御の手法について、小型実験装置を用いることによって研究を行なう。研究経過は以下の通り。

1. 実験装置の開発

a) 小型コントローラのハードウェア開発

小型ロボットに組み込む小型制御装置を開発する。できるだけ小型でかつ十分なデータ取得および制御性能を実現するため、32 ビットマイコン(STM32F407)と FPGA(Spartan6)を用いたネットワーク機能とリアルタイム OS を実行可能な 50 mm×80 mm サイズ基板の設計を行い、部品を発注した。現在基板の設計が最終段階であり、設計完了次第基板を発注して製作する。

b) 小型コントローラのソフトウェア開発

小型コントローラの動作を確認するために複数の市販されている評価基板を購入し、それらを組み合わせた機能同等の動作確認基板を製作した。この基板上で、リアルタイム OS の動作 (サンプリング時間 1ms のリアルタイム処理)・ネットワーク機能(5ms 毎に 1kB のリアルタイム無線送信)・6 軸慣性センサからのデータ取得(FPGA を用い、DMA によってデータ転送を可能にしたもの)等のソフトウェアを製作し、動作を確認した。

c) 機構の検討

緊急時に安定性を保つ倒立 2 輪移動体の機構について、傘歯車を用いた補助脚について検討を行った。基本的な構造の設計と強度計算を実施し、機構的には実現可能との結論を得た。今後電気系の詳細設計が完了した後に改めて最終版の機構設計を行う予定である。

d) 実験装置の製作

実験装置の製作に先立って加工法の検討を行った。当初 3D プリンタによる部品製作を予定していたが検討の結果、一部の部品では 3D プリンティング部品では強度が不足する場合があるため、3D プリントされた部品や小型 CNC 機械で削りだした型を原型として、レジンキャストを行う工作方法を用いることにした。このため、この加工法のための工作器具を購入した。

2. 制御理論の検討

二輪倒立の移動体は通常、倒立した状態での物理モデルを用いて制御系の設計が行われる。しかしながら、周囲の物体との接触等により、初期に想定した倒立モデルと実際の動きが異なる場合、制御が不安定になる。このため、車輪が何かに引っかかった場合、外部との接触等により姿勢がロックした場合の物理モデルを作成し、制御中に現在の制御対象がどのモデルの状態になっているか判別するための理論を検討している。制御時に動的に制御モデルが変わる制御に対応できれば有用性は高い。現在モデル構築済みであり、実機によるデータ取得待ちの状態である。

3. 本研究と関連した今後の研究計画

本研究で開発している小型制御基板は有用性が高く、今後自動二輪車（前後二輪車）の制御モデルの検討へ向けた小型実験装置にも用いる予定である。特にバランスを取る移動体において、外部との電線の接続はバランスに大きな影響を与えるため、無線通信機能と制御が実験装置内で完結できる点は非常に有用性が高い。

現在研究を行っている制御中に外部の状況によって制御モデルがダイナミックに変わる物理モデルへの制御は、実現できれば現在二輪倒立移動体の実用化への課題となっている大きな問題点が解決できることになり有用性が高い。

緊急時の回避、安定性維持のための機構・制御についての研究は、現在別途研究が行われている人が乗れるサイズの実験装置への反映を図り、それらを通して発表していく予定である。

4. 成果の発表等

| 発表機関名 | 種類（著書・雑誌・口頭） | 発表年月日（予定を含む） |
|-------|--------------|--------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |