

自律型倒立振り子ロボットの走行制御プログラム開発

著者 中西朋也

指導教員 青山義弘

1. はじめに

組み込みシステムとは、ある特定の機能を実現させ、人間が容易にできないことを実現するために電化製品や機械などに組み込まれるコンピュータ技術のことである。

現代では、電化製品などは必需品であり、組み込みシステムは、電化製品や工場の機械に組み込まれており、必要不可欠な技術である。よってこの研究をすることは、将来の役に立つと考えた。

その一環として、ET ロボコンに参加し、自分のプログラミング能力と問題解決のため発想力を養う。

ET ロボコンでは、ライン上に難所として設置されているルックアップゲートダブルを攻略することで時間の短縮が可能である。今回の目的は、高速かつ滑らかな走行制御プログラムの開発、難所の一つであるルックアップゲートダブル攻略のプログラムを開発することである。

2. ET ロボコン

同研究室所属の吉田の ET ロボコンに関する説明を参照する。

2-1. 難所説明

IN コースのボーナスコースに設置されている難所の 1 つである。幅 320mm、高さ 235mm のルックアップゲート（以下、ゲート）は、走行体の全高（255mm）より 20mm 低いゲートでありカーブの途中に設置されている。走行体は、ゲートをくぐり通過する事で成功となる。通過の失敗や、赤丸の位置からゲートが離れても失敗である。

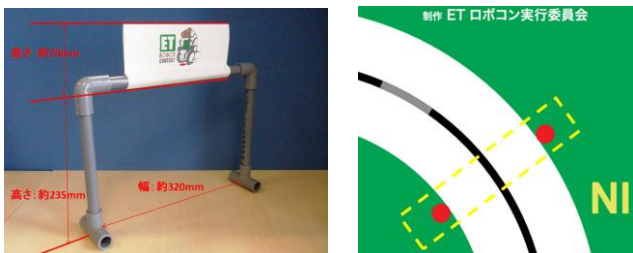


図 1 ルックアップゲート

3. ルックアップゲートダブル戦略

攻略方法

- ① 尻尾を適切な位置に移動させる。
 - ② 走行体を後方に傾斜させる
 - ③ 走行体をゲート前まで走行させる。
 - ④ 一定の距離を前進・後進・前進させる。
 - ⑤ 走行体を直立に起き上がらせる。
- 1)~5)の動作でルックアップゲートダブルを攻略しようとした。

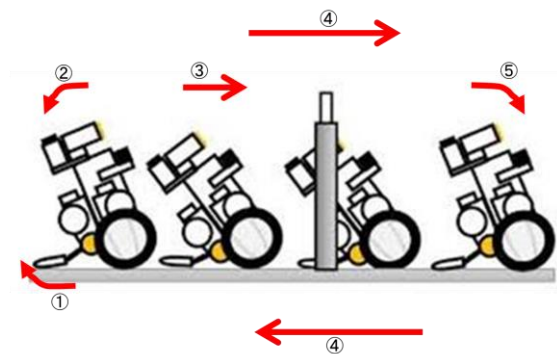


図 2 攻略方法_全体図

方法①

尻尾モータの値を減少させる。（通常時 110、ルックアップゲート時 61）

走行体を傾斜させるため、尻尾を上にあげる。通常時の尻尾モータの値とルックアップゲート通過時の尻尾モータの値は、走行体をそれぞれの姿勢にし、NXT にその時のモータ値を表示させて測定する。

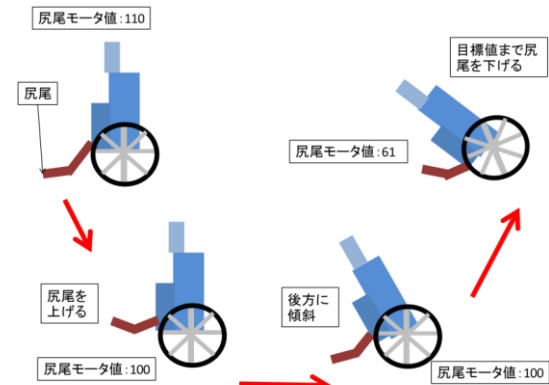


図 3 攻略方法

方法②

ジャイロセンサ値を減少させ走行体を後方に傾斜させる。値の減少幅は、20 程度である。

方法③

走行体は傾斜後フィードバック制御をしない。両車輪のモータを回転させルックアップゲート前まで走行体を前進させる。移動距離は車輪 1 回転分 (約 26.7cm) である。また、前進後、走行体を右旋回させ、ルックアップゲートを正対させる。

方法④

走行体がルックアップゲート前まで走行すると走行体を前進させる。走行体がゲートを完全に通過できる距離を両車輪のモータを回転させ走行させる。その後、走行体を同じ距離後退させ、また前進させる。

方法⑤

難所攻略終了後、走行体を姿勢制御の状態に戻す。尻尾モータの値を上昇させ両車輪を後方に回転させることで走行体は起き上がらせた。

表 1 直立時と攻略時の各パラメータ

	直立時	ルックアップゲート攻略時
光センサ値	610程度	588程度
ジャイロセンサ値	615	609程度
尻尾モータの値	108	49

3-1. 問題点と解決方法

問題点

ルックアップゲートの攻略に以下の問題点が挙げられる。

- ① 後方に走行体を傾斜させると車輪がコースから離れる。
- ② 後進中に走行体が上下に揺れる。
- ③ 起き上がりが不十分で走行体が暴走する。
- ④ 光センサへの外乱

今回は、問題点③に注目する。

解決例

走行体の起き上がり時、走行体が前方に倒れる。また、走行体の起き上がり角度が不十分なため直立に起き上がらず、倒立振り制御ができない。

そこで、走行体を起き上がらせるときに比例制御を用いる。ジャイロセンサ値が目標に近づくにつれ、尻尾モータの動作速度を下げる。この時、両車輪をゆっくり後転させ、尻尾を少しずつ下げる。また、ジャイロセンサ値の目標値手前で両輪と尻尾の動作を止める。その後、その場で倒立振り制御を行う。ジャイロセンサ値が直立時より大

きいと走行体は前方に傾斜し、小さいと後方に傾斜する。よって、ジャイロセンサ値を直立時より大きくし、走行体を、前方に傾斜させ直立の状態に戻す。

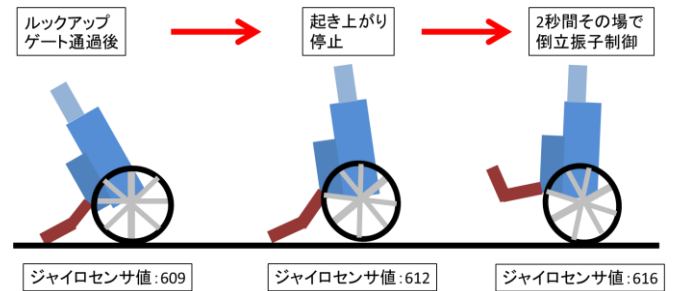


図 4 起き上がり動作

3-2. 攻略結果

図 5 はルックアップゲートダブル走行時のジャイロセンサ値と尻尾モータ値を表したものである。縦軸にパラメータ値、横軸にデータロギング回数 (1 回につき 4ms かかる) を表している。ジャイロセンサ値で振れ幅が大きいところは、走行体が後退している所であり、走行体が不安定なのでジャイロセンサが上下に揺れ、振れ幅が大きくなった。また、走行体の起き上がり時は、ジャイロセンサ値と尻尾モータ値が増加しているの、走行体が起き上がったと判断できる。

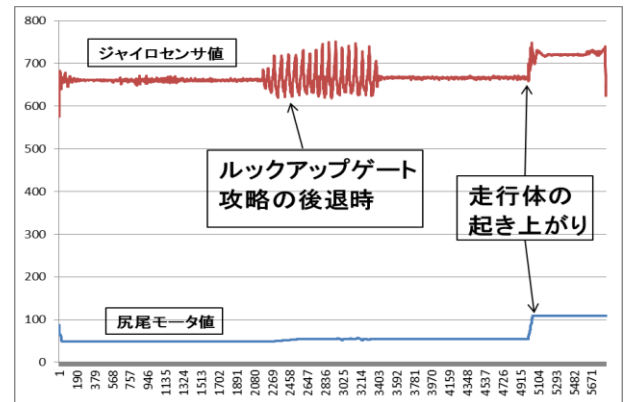


図 5 攻略時の尻尾とジャイロセンサ値

4. まとめ・大会結果

難所攻略時の問題点が多く、解決に時間がかかった。練習では、難所の攻略はできた。しかし、大会では、走行体の調整を失敗した。よって、ルックアップゲートダブルは失敗してしまった。

5. 参考文献

- http://lejos-osek.sourceforge.net/jp/installation_nb.htm
- <http://www.etrobo.jp/2013/>