

課題情報シート

テーマ名 :	ジャイロセンサを用いた自律走行ロボットの製作				
担当指導員名 :	斎藤 誠二	実施年度 :	23 年度		
施設名 :	中国職業能力開発大学校 附属島根職業能力開発短期大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	電子情報技術科		
課題の区分 :	総合制作実習課題	学生数 :	2	時間 :	12 単位 (216h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

コントローラは、ルネサスエレクトロニクス社のH8[®]/3052 を使用しました。自律走行ロボットの基本機能（センサからの信号入力、モータ制御等）を行うには十分でしたが、ロボットの現在座標の計算や左右車輪の指令速度の計算を制御周期（10ms）毎に行うためにはプログラムに工夫が必要でした。

車両の姿勢角を得るためのジャイロセンサとして、エプソントヨコム社の XV-8000CB を使用しました。電源電圧 5.0V で動作し、周波数特性と直線性がよく、角速度が出力電圧に比例して得られるため出力電圧を積分することにより車両の姿勢角を正確に得ることが出来ます。

【訓練（指導）のポイント】

ロータリーエンコーダからのパルス信号をカウントするために割込み処理を利用し、ジャイロセンサからのアナログ信号を A/D 変換によりマイコンに取り込む処理も行っているため、マイクロコンピュータの応用技術を事前に習得させる必要があります。

また、モータの回転速度制御と車両の姿勢角制御をPID制御手法により行っていますが、標準科目である計測制御技術の学科の知識だけで、制御プログラムを作成するのは難しいと思います。本総合制作実習では、MATLAB[®]を使用したシミュレーションで、車両の走行がPID制御のゲイン調整で変化する様子を見てもらい、実機の動作と比較しながらゲイン調整を行ってもらうことで、学生に興味を持たせて習得させることができました。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 中国職業能力開発大学校附属島根職業能力開発短期大学校
住所 : 〒695-0024 島根県江津市二宮町神主 1964-7
電話番号 : 0855-53-4567 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/shimane/college/>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

ジャイロセンサを用いた自律走行ロボットの製作

中国職業能力開発大学校

附属島根職業能力開発短期大学校

1. はじめに

昨年度の総合制作実習において、日本の農業分野における労働力不足、農業就業者の高齢化問題への対策等を目的とした自動防除ロボットの開発に取り組み、ジャイロセンサから得られるデータを用いた自律直進走行を実現している。

本総合制作実習では、最終目的である自動防除ロボットに必要な旋回走行を行う機能を追加するとともに、昨年度製作した自律走行ロボット(図1)において問題となっていた点の改良に取り組んだ。

また、私達はこの課題に取り組むことで、今まで学んできた電子回路設計・製作、フィードバック制御系の設計、プログラム開発の知識を深め、関連技術を習得することも目的の1つである。

2. 自律走行ロボットの改良

2.1 車輪と制御基板

昨年度使用された車輪は、既製品で内部にスポンジを使用しており、走行する際、車両の重量によりタイヤが変形し、直進制御性能に影響を与えていた。これを改善するため車輪内部に硬度の高いゴムを使用した。その結果、直進制御性能を改善することができた。

また、ジャイロセンサあるいは今後使用する予定であるGPSの傾斜補正と車体の転倒防止を目的

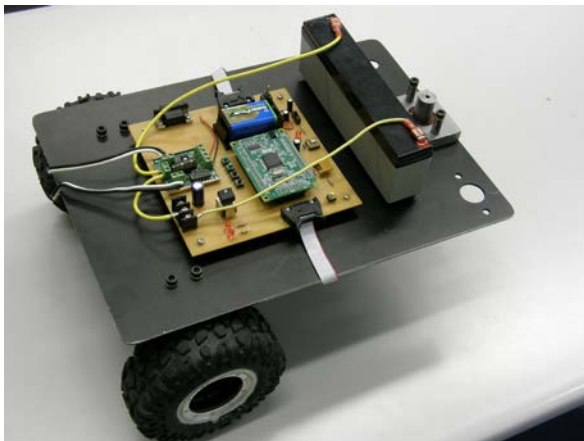


図1. 自律走行ロボットの概観

に、2軸の傾斜センサを追加し、制御基板に改良を加えた。

2.2 直進制御プログラム

直進制御手法は、図2に示すように車体の初期姿勢角をy軸とし、現在の姿勢角との偏差を θ_k とした場合、その偏差を修正するように車輪の制御を行う方法である。姿勢角 θ_k は、ジャイロセンサで角速度の変化を計測し積分することにより求めている。

昨年度は、偏差を修正するために片輪だけ速度を操作し、もう一方の車輪は一定速度で走行する方法であった。今回採用した手法では、両輪の速度を操作し、より早く姿勢角の修正が行えるようにした。制御性能の評価を行うため、直進走行時の約2秒後に外乱を加えた結果を図3に示す。結果より、直進制御プログラムを改良したことで、目標姿勢角により速く収束することが確認できる。

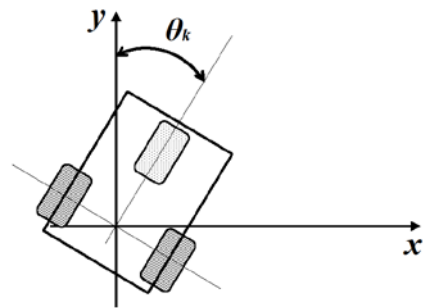


図2. 車両の姿勢角

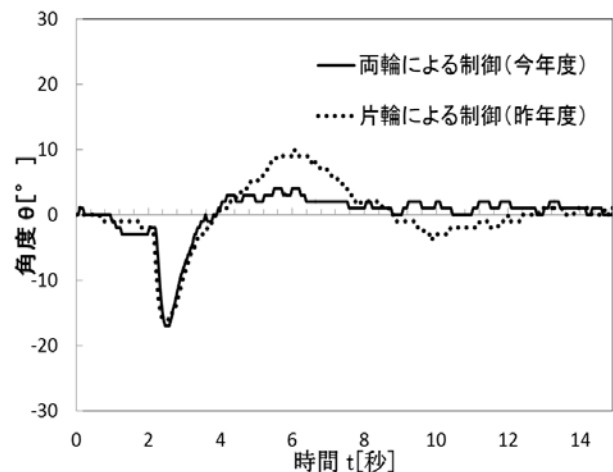


図3. 直進走行の評価

3. 旋回制御

旋回走行を実現するための制御手法では、自律走行ロボットの現在位置と姿勢角を算出する必要がある。自律走行ロボットの自己位置を検出するための方法は、デッドレコニングとスターレコニングの2つに分類することができる。今回は、ロータリーエンコーダやジャイロセンサなどの内界センサを用いて、自己位置と初期位置からの車体の相対角度を計測する手法であるデッドレコニングを採用した。

図4に目標軌跡と座標系の関係を表した図を示す。本手法は目標軌道に追従するようにロボットを制御する方法で、目標座標と現在座標から旋回制御の計算に必要なパラメータを求めている。図4における現在座標 (X_k, Y_k) は以下のように求められる。

$$\theta_k = \theta_{k-1} + \Delta\theta_k$$

$$\Delta L = \frac{(\Delta L_R + \Delta L_L)}{2}$$

$$X_k = X_{k-1} + \Delta L \cos(90 + \theta_k + \Delta\theta_k / 2)$$

$$Y_k = Y_{k-1} + \Delta L \sin(90 + \theta_k + \Delta\theta_k / 2)$$

ここで、 ΔL_R と ΔL_L は左右車輪の制御周期における移動距離を表す。以下に軌道制御の制御式を表す。

$$\theta_t = 90 + \theta_k - \theta$$

$$\Delta V = K_t \theta_t + K_{tD} \dot{\theta}_t$$

$$V = K_v l_t$$

$$V_R = V + \Delta V$$

$$V_L = V - \Delta V$$

ここで K_t 、 K_{tD} 、 K_v は制御パラメータ、 V_L 、 V_R は左右車輪の指令速度を表す。

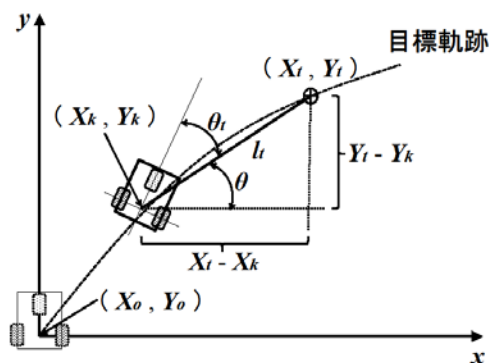


図4. 目標軌跡と座標系

4. 旋回走行実験

上記の制御手法を用いて行った旋回走行実験の結果を図5に示す。目標軌跡の座標は半径 0.5m の半円を 10 秒で移動し、走行軌跡はデッドレコニングにより得られた現在座標を示している。本図から自律走行ロボットが目標軌跡にほぼ追従している様子がわかる。

5. おわりに

H23 年度の製作物は、前年度の問題点を明確にした上で、ハードウェア・ソフトウェアの改良に取り組んだ成果である。直進動作においては制御プログラム、車輪の変更によって、制御性の高い動作を行うことが確認できた。また、新たに取り組んだ旋回動作も含め、自律走行ロボットに大きな進展がみられた。

今後の課題としては、傾斜センサによる傾斜補正、転倒防止プログラムの作成が考えられる。また、今回採用した旋回制御手法における現在座標の算出方法は、車輪のすべりを考慮しておらず、自動防除ロボットに適用した場合、仕様を十分に満足することは難しいと思われる。改良案としては GPS を搭載し、自己位置をスターレコニングにより算出する手法があると考えられる。

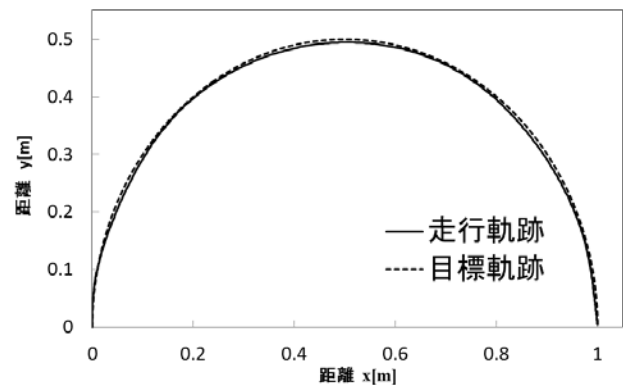


図5. 旋回の走行結果

参考文献・URL

- 1) 車輪移動ロボットについて
<http://www.mech.tohoku-gakuin.ac.jp/rde/contents/course/robotics/wheelrobot.html>
- 2) C 言語による H8 マイコンプログラミング入門
 技術評論社

課題実習「テーマ設定シート」総合制作実習（電子情報技術科）

作成日： 12月 14日

科名：電子情報技術科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		ジャイロセンサを用いた自律走行ロボットの製作	
担当教員		担当学生	
○電子情報技術科 斎藤 誠二			
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>自律走行ロボットの製作を通して、回路の設計・製作、プログラム作成等の総合的な実践力を身に付けるとともに、直進制御プログラムの作成を通して、フィードバック制御プログラム作成技術も身に付けます。</p>			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
<p>自律走行ロボットは様々な手法が提案されていますが、本実習では、車輪の速度制御を行うだけでなくジャイロセンサを用いて車体の進行方向を制御することにより、自律走行を行うロボットを製作する。これにより、「モノづくり」の面白さや発展性を理解するとともに、期限までに成果物を完成させることでスケジュール管理の重要性を認識します。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>後輪用モータに取り付けられたロータリーエンコーダから検出されるモータ速度を指令速度となるように制御し、ジャイロセンサから得られる角速度からロボットの進行方位を求め、所望の方位となるようにPI制御することにより直進する自律走行ロボットの製作を行います。最終的に統合組立・調整・動作試験を行います。また、完成後は各種性能評価試験を行い、報告書を作成します。</p>			
No	取組目標		
①	車輪の速度制御による自律走行を行います。		
②	ジャイロセンサを用いて、車体の進行方向制御による自律走行を行います。		
③	走行路の条件を変更し、各種性能の確認を行います。		
④	想定した動作が行われなかった場合には、問題を分析し、その問題の解決に取り組みます。		
⑤	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		
⑥	材料、工具、機器及び部品等については、チェックリストを用いて厳密に管理します。		
⑦	報告書の作成、製作品の展示及び発表会を行います。		
⑧	実習の進捗状況や、発生した問題等については、単独、グループの場合にかかわらず、担当教員へ報告します。		
⑨			
⑩			