

課題情報シート

テーマ名 :	自律型二足歩行ロボット				
担当指導員名 :	篠崎 健太郎	実施年度 :	24 年度		
施設名 :	近畿職業能力開発大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	制御技術科		
課題の区分 :	総合制作実習	学生数 :	6	時間 :	14 単位 (252h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

設計を行う段階でグループディスカッションを何度も重ねさせるなど、じっくり時間をかけました。また、3次元 CAD で設計し、動作をシミュレーションすることで干渉部分を確認する作業を行い、試作モデルの作成を省きました。製作段階において、ねじの頭などが本体に納まりきれず、駆動部と干渉してしまう問題が起こってしまいました。マイコンは授業で使用した「NXP Semiconductors 社」の「LPC1343™」を使用しました。開発環境である「LPCXpresso™」は、動作も軽くフリーウェアである為、学生が自宅で学習することが出来ました。

【訓練（指導）のポイント】

6人で作業を分担させることで、お互いに責任を持って作業することを意識させました。作業を分担させた為、トラブルが2件以上同時に起こった場合に解決する時間を費やし、学生のモチベーションを低下させる要因となってしまいました。

RC サーボをマイコン制御するためには、シリアル通信で行わなければならないため、デジタルオシロスコープでイメージ通りの出力波形が出るまで何度もプログラムを試作させました。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 近畿職業能力開発大学校
住所 : 〒596-0103 大阪府岸和田市稲葉町 1778
電話番号 : 072-489-21 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/osaka/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。

自律型二足歩行ロボット

近畿職業能力開発大学校

制御技術科 塩田 瑛亮, 大山 慶泰, 中村 有輝
細木 達也, 辛 鍾珉, 米田 一鷹

1. はじめに

HONDA の 2 足歩行ロボット ASIMO®が時速 9km で歩行するというニュースが 2011 年に話題になった為、これを超える速度のロボットを開発する目的で製作を行った。今回は小型のもので動作を検証した。

2. 製作状況

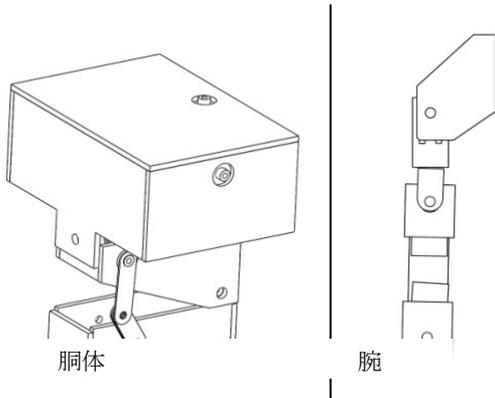


図1 上半身

2.1 上半身

全身プラ板で形成されており、箱型の構造で強度を保ちつつも軽量化を図った。

基盤やサーボモータ、バッテリーを収納する胸部と上半身を左右前後に動かす腰部の 2 つに分けた。胸部は、基盤や RC サーボ、バッテリーを収納し易いよう大きくスペースを取るようにした。腰は、左右前後に上半身を動かすように、図 1 のようにステーブラーに似た形にして上の RC サーボで左右に動かし、下の RC サーボで前後に動かすようにした。腕部は長さを約 200mm とした。これは、ロボットの全長が約 500mm あるため、バランスをとるためと、起き上がる時のことを考慮した。

腕部の RC サーボのみギア部がプラスチックで出来ており、その分、軽量になっている。

手首をひねること以外は人間に近い腕の動きが実現できる。

2.2 下半身

膝は、2 足歩行ロボットの重量を支える重要な部分である。この大部分にリンク機構を採用した。脚部の側面を図 2 に示す。

まず、腰の部分を中心と仮定し以下の通り算出した。

RC サーボの総重量: Pr
[kgf] : 0.645 [kgf]
プラ板の総重量 Pb
[kgf] : 約 0.4 [kgf]
重心から膝までの距離
D [cm] : 約 30 [cm]

とすると、脚 1 本当たりの膝にかかる慣性モーメントは、

$$(Pr + Pb) \div 2 \times D \approx 15.7 \text{ [kgf} \cdot \text{cm]} \dots \textcircled{1}$$

かなりの負担がかかる為、脚部に平行リンクを用いた。

各機素の長さは、A=70.7、B=60、C=50、D=68.9 (単位は mm) 膝を伸ばした時の角度 $\alpha_1=64.9$ 、 $\alpha_2=40.6$ 、 $\alpha_3=85.9$ 、 $\alpha_4=112.6$ (単位は°) RC サーボにおいて、半径 1 cm の駆動端にある最大トルク $T_i \text{ [N} \cdot \text{m]} = 1.4 \text{ [N} \cdot \text{m]}$ とすると、

$$T_0 = T_i \frac{D \sin(\alpha_2 + \alpha_4)}{B \sin(\alpha_3 + \alpha_4)} = 6.76 \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

$$\approx 67.6 \text{ [kgf} \cdot \text{cm]} \dots \textcircled{2}$$

①の値と比較すると大きなことが分かる

骨格は、リンク機構の時に大きな荷重が掛かるため 1 mm 厚のプラ板を 3 枚に補強して耐

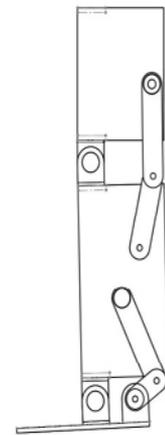


図2 脚部

えられるようにした。

2.3 電子回路

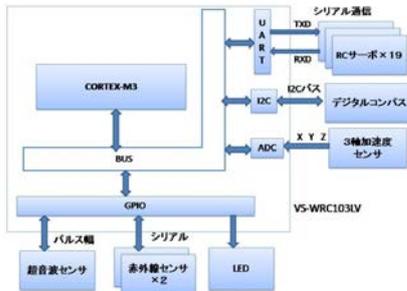


図3 制御回路の構成

自律運転を行うためにセンサとモータを制御する回路を作成した。制御回路の構成を図3に示す。

RC サーボはシリアル通信で制御するものを使用した。これで、配線本数を3本に減らせるだけでなく、角度やスピード、電流値、温度をマイコンが受信することが出来る。

3軸加速度センサは、傾きを確認しロボットの姿勢を修正するために搭載した。ADC (ADコンバータ) で受け取った10bitのデジタルデータを加速値に変換し利用する。

超音波センサは障害物との距離を確認するために搭載した。

赤外線センサは斜め下に取り付けることで落下防止のために搭載した。距離が長いと地面が無いと判別し進行方向を変える動作や、停止をさせる。

2.4 ティーチングプログラム

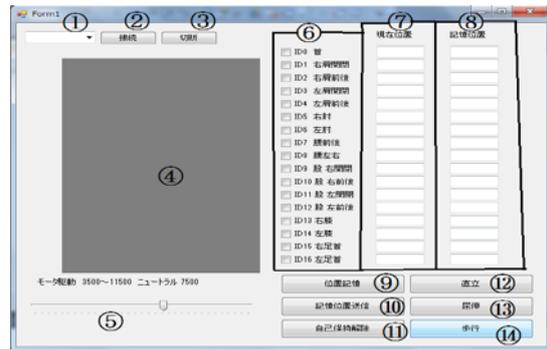
ロボットが歩行出来るようティーチングする環境を整えた。

PC—RC サーボ間でシリアル通信し、RC サーボの動きをPCに記録する。記録されたデータを元にマイコンで同じ動きが出来るように設計し直す。

今回は、PCにRC サーボの動作を記録するまでのシステムを構築することとした。

PCからRC サーボを制御するプログラムをVisual Basic®を使い、ティーチングプログラムを作成した。

操作画面を図4に示す。



①COM 指定 ②接続ボタン ③切断ボタン ④画像表示
⑤手動操作 ⑥RC サーボ選択⑦現在位置表示 ⑧記憶位置表示
⑨位置記憶ボタン⑩記憶位置送信ボタン⑪自己保持解除ボタン⑫直立ボタン⑬屈伸ボタン⑭歩行ボタン

図4 操作画面

2.5 ティーチング手順について

I. ①でCOMポートの指定を行い、②を押すことで、指定が正しければ、タイトルバーに、「接続完了」と表示

II. ⑥で、ティーチングを行う RC サーボを選択

III. ⑪で、RC サーボの自己保持を解除し、直接、RC サーボ位置を変更する。⑨で、位置を記憶させる。

IV. ⑤で、さらに位置変更を行い、⑩を押し、記憶位置まで、移動することを確認する。

3. まとめ

自律運転を行えるように、今回採用したセンサとRC サーボのプログラム構成を考えていくことがこれからの課題となる。

最終的には、どんな悪路でも、歩行出来るように、研究を重ねていきたい。

<参考文献>

- (1) 動画で学ぶ機構学入門
- (2) 吉野 耕司 著「二足歩行ロボット自作入門」毎日コミュニケーションズ出版
- (3) 川口 輝久 著 Visual Basic 2008 基礎編 技術評論社出版

課題実習「テーマ設定シート」

作成日： 8月 28日

科名：制御技術科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		自立型二足歩行ロボットの開発	
担当教員		担当学生	
電気エネルギー制御科 篠崎 健太郎	塩田 瑛亮	中村 有輝	
	大山 慶泰	細木 達也	
	辛 鍾珉	米田 一鷹	
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>ロボット製作では、設計、機械加工、組立・調整、プログラムの開発、検査・評価・報告までの「ものづくり」に係る一連の工程について、実習を通して習得することで、実務に適應する技能・技術を身に付けます。また、製作スケジュールの計画、役割分担といった管理能力から、情報の共有や協調性などのチームワーク力・コミュニケーション力についても身に付けます。</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>日本国内では二足歩行ロボットの分野は、長く注目を集めており、今なお研究開発が進んでいます。こうした課題をテーマとして取り上げることによって、「ものづくり」に対する興味を持ち、学生自身がグループワークの中で創意工夫することで、総合的な能力を身に付けます。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>ロボット製作では、リンク機構を一部取り入れるため本体の設計段階で部品等のレイアウトを十分に考え、干渉等がないように3DCADなどを駆使してシミュレーションを行います。また、センサ類や取り扱う電源の種類が多い為、制御部は、しっかりとした回路設計および基板設計を行う必要があります。組立調整後、プログラム開発を行い動作確認・デバッグ作業を行います。自立運転ができるよう姿勢制御を組み込みます。</p>			
No	取組目標		
①	ロボット本体の設計、加工、組立、調整を行います。		
②	機構部を設計通りに駆動させ、各種性能の確認を行います。		
③	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。		
④	制御においてはマイコン制御とし、プログラミング開発を行います。		
⑤	電子基板については、回路設計から基板製作までを行います。		
⑥	材料、工具、機器及び部品等については、厳密に管理します。		
⑦	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。		
⑧	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。		
⑨	報告書の作成、製作品の展示及び発表会を行います。		
⑩			