

## 課題情報シート

テーマ名 :	二足歩行ロボットラジコンの製作		
担当指導員名 :	寺内 越三	実施年度 :	27 年度
施設名 :	沖縄職業能力開発大学校		
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	学生数 :	2 人
		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】

無線コントローラには無線モジュール Xbee<sup>®</sup>を使用しました。モジュールは AD 変換器を内蔵しているため、手軽にアナログジョイスティックの操作量を AD 変換し、無線送信することができます。

ロボット本体に搭載されたマイコンでは、無線通信をしながら 6 つのサーボモータの制御を行っています。同時実行を行う為に、main 関数では AD 変換値を受信しロボットの進行方向と歩行速度を判断します。そして同時に、500 ms ほどの割り込み処理にて進行方向に応じた歩行シナリオを再生し、股関節と足首関節の角度を制御することで、ロボットは歩行を行います。また使用したマイコンは PWM 信号を 3 ch までしか出力できない為、代わりに 10 ms の割り込みで出力ポートの High/Low を切り替える疑似 PWM 信号を 6 ch 分生成しサーボモータを制御しました。

【学生数の内訳】      マイコン制御回路設計・プログラミング : 1 名  
   ロボット本体・無線コントローラ設計・製作 : 1 名

#### 【訓練（指導）のポイント】

事前に、無線モジュールの設定、シリアル通信、サーボモータ制御に関する知識とプログラミング技術の習得が必要となります。

また、ロボットの筐体を製作するために、アルミ板とアクリル板の加工、バキュームフォームによるプラスチック板の成型に関する知識と技術の習得が必要となります。

コントローラの設計では、市販のゲームコントローラのデザインを参考にすることで、ユーザーインターフェースデザインについて学生に意識してもらえました。

また、広報用イラストであった「オキポリくん」を立体化し造形するために、学生には粘土細工や木材加工、バキュームフォームやプラスチック塗装など、キャラクターロボットを製作するための様々なものづくり技術に挑戦してもらいました。

## 課題に関する問い合わせ先

施設名 : 沖縄職業能力開発大学校  
住所 : 〒904-2141 沖縄県沖縄市池原 2994-2  
電話番号 : 098-834-6282 (代表)  
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/okinawa/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。

# 二足歩行ロボットラジコンの製作

## 1. はじめに

昨年、沖縄職業能力開発大学のイメージキャラクターとして「オキポリくん」が誕生しました(図1)。オキポリくんはシーサーとロボットが合体したキャラクターであり、私たちはオキポリくんをモチーフとした二足歩行ロボットラジコンを製作したいと考えました。

製作を通じて、歩行ロボット製作技術、マイコン制御技術、無線通信技術、プラスチックを用いた立体造形技術の習得を目指すとともに、見栄えの良いロボットを製作し、当校のPRに寄与したいと考えました。



図1. オキポリくん

## 2. システム構成

製作したロボットは無線コントローラとロボット本体で構成されます(図2)。

無線コントローラに搭載された2つの2軸アナログジョイスティック(以下JSという。)を上下・左右に操作することで、ロボットの前進・後退と左右への進行方向を、無線モジュール XBees<sup>®</sup>を介してロボットへ指示します。

JSの操作量は無線モジュールを経由し本体へ送信され、マイコンで操作量の大小を判断して前進・後退・左右旋回の動作シナリオを実行し、ロボットは歩行します。

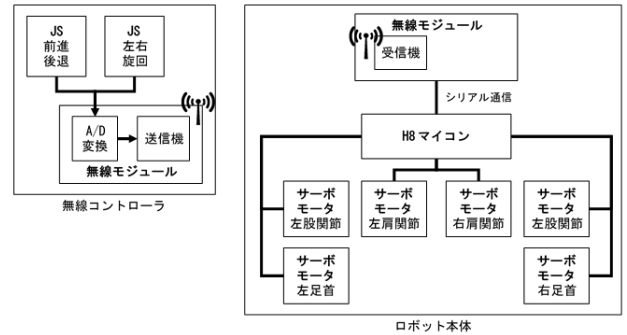


図2. システム構成

## 3. 無線コントローラ

無線コントローラは2つのJSと無線モジュールで構成されます(図3)。JSはスティックを垂直・水平方向に傾けることで、抵抗値がそれぞれ0~10kΩまで変化します。抵抗値に応じて0~3.3Vまで変化する電圧値を、無線モジュール XBees<sup>®</sup>のAD変換器を用いてデジタル値(0x0000~0x3FFF)に変換し、ロボット本体に送信します(図4)。

また、無線コントローラは握りやすくするために、ゲームのコントローラを参考に両側に10度の傾斜をつけました。



図3. 無線コントローラ

Start											
CB	7E	00	10	83	00	52	32	00	01	1E	00
03	FF	02	08	01	FF	03	FF	CB	7E	00	10
左 JS		左 JS		右 JS		右 JS		End			
上下		左右		上下		上下					

図4. XBees<sup>®</sup>パケット内のAD変換値

## 4. ロボット本体

### 4.1 ロボット本体

ロボット本体は H8<sup>®</sup>マイコン、無線モジュール、そして手足を動かす 6 個のサーボモータで構成されます。サーボモータは肩関節に 2 個、股関節に 2 個、足首関節に 2 個使用しました (図 5)。マイコンは、無線モジュールで受信した進行方向に応じた歩行シナリオに沿ってサーボモータの角度を制御し、ロボットは歩行します。

単一電源だとサーボモータによるノイズの影響で、制御が不安定になったため、電源をモータ駆動用、制御用の二系統用意しました。

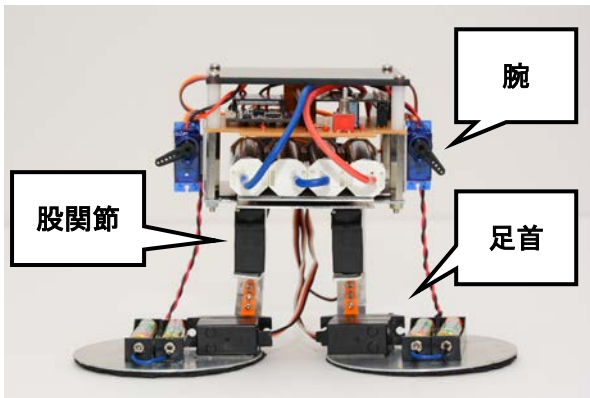


図 5. ロボット本体

### 4.2 操作量の受信と歩行動作の再生

マイコンのメイン処理では、受信した JS の操作量の大小に応じて、前後・左右への進行方向と歩行速度を判断します。そして 500 ms ごとの割り込み処理にて歩行シナリオを 1 コマずつ進め、股関節と足首関節の角度を制御し歩行を行います(表 1)。

	左足首	左股関節	右股関節	右足首
0	36	32	28	32
1	36	32	40	36
2	28	24	40	36
3	28	24	24	20

表 1. 前進時の角度制御シナリオ (単位: %)

### 4.3 サーボモータの多 ch 制御

サーボモータの角度制御は PWM 信号のデューテ

ィー比の制御で行います。H8<sup>®</sup>マイコンのタイマコントローラは PWM 信号を 3 ch までしか出力できない為、用いず、10 ms ごとの割り込み処理にて擬似 PWM 信号を 6 ch 分生成し、肩・股・足首関節の 6 つのサーボモータを制御しました(図 6)。

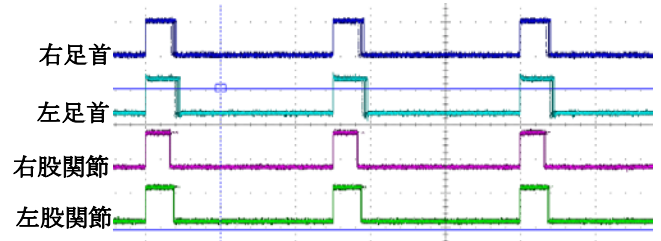


図 6. 4 ch 分の擬似 PWM 信号

## 5. 筐体の作成

ロボットの筐体は軽量かつ、見栄えよくキャラクターの個性を表現するために、プラ板をバキュームフォームで成型し、塗装をして作成しました。

初めにバルサ材を顔や髪型の形に削り出し、雄型を作成しました。バルサ材の表面は、エポキシパテで凸凹を慣らし、唇など細部の造形をしました。次に、雄型からプラスチックの部品を作成するために、バキュームフォームという手法を用いました。電熱器で熱した 1 mm のプラ板を雄型に押し付け、掃除機でバキュームすることで雄型とプラ板を密着させます。できた部品を組み合わせ、接着し中空にしました。プラスチックの塗装には、アクリル塗料を用いました。キャラクターの色を再現するため、白をベースに赤や青などの原色と、艶を抑えるフラットベースを加えて調色し、各部品に 2、3 回塗料を塗り重ねました(図 7)。



図 7. 頭部、手足を装着した本体

# 課題実習「テーマ設定シート」

作成日： 9月 15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		二足歩行ロボットラジコンの製作	
担当教員		担当学生	
電子情報技術科 寺内 越三			
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>問題となる対象の本質を理解し、要件を洗い出し、解決策を企画・立案する。</p> <p>製作物の設計、製作、テストといった一連の開発プロセスから、マイコン周辺回路とソフトウェアに係る技術を学び、総合的・実践的な組み込み技術を身に付ける。</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>昨年度、沖縄職業能力開発大学校では大学校のイメージキャラクター「オキポリくん」が誕生した。</p> <p>このキャラクターを二足歩行ロボット化し公表することで、大学校の存在と、ものづくり技術の高さを広報することができると考えた。</p> <p>実情、無線制御方式の二足歩行ロボットは、数多く研究・開発、または家庭用などに販売されている。その中で、本テーマは二足歩行ロボットを製作するだけでなく、イメージキャラクターを立体的に造形し、観客を楽しませる動きを実装することなどを目的とし、ロボットの製作を行う。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>製作する二足歩行ロボットは、ラジコンサーボを左右の肩関節に2つ、股関節に2つ、足首関節に2つ備える。これにより、両腕をコミカルに動かしながら体を左右に傾け、片足を軸に前後に回転することで、前進・後退・左旋回・右旋回を可能とする。</p> <p>また、動作を指示する無線コントローラも製作する。簡単な操作にて複雑な動作を呼び出せるように、操作者の指の動きをデジタル化し、無線送信するラジコン型としたい。更には、キャラクターの特徴を活かした動きや、光・音による表現方法についても企画・実装していきたい。</p>			
No	取組目標		
①	サーボモータ、無線モジュール、ジョイスティック等、各種部品を選定する。		
②	H8 マイコン、無線通信について学習する。		
③	複数のサーボモータの同時制御技術について学ぶ。		
④	ロボットの全身骨格、脚部機構について設計・製作を行う。		
⑤	サーボモータの制御回路、無線コントローラの通信回路について設計・製作を行う。		
⑥	C言語によるモータ制御プログラム、無線通信プログラムの設計・製作を行う。		
⑦	各装置の結合とテストを行う。		
⑧	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動に取り組む。		
⑨	スケジュールを管理し、目標を達成する。		
⑩	報告書を作成し、製作品の展示、および発表会を行う。		