

課題情報シート

課題名：	競技会用自律歩行型ロボットの製作		
施設名：	中国職業能力開発大学校附属福山職業能力開発短期大学校		
課程名：	専門課程	訓練科名：	制御技術科
課題の区分：	総合制作実習課題	課題の形態：	製作

課題の制作・開発目的

(1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

安全衛生、機械加工、数値制御加工、測定、材料、力学、設計・製図、マイコン制御、電子回路

(2) 課題に取り組む推奨段階

数値制御加工実習及びマイコン制御実習終了後

(3) 課題によって養成する知識、技能・技術

課題を通して、モータの選定（トルク計算等）と数値制御加工実習及びマイコン制御技術の実践力を身に付ける。

(4) 課題実習の時間と人数

人数：2名

時間：216時間

中国ブロックポリテックビジョン 2008 で開催されるロボット競技会に参加するため、自律歩行型ロボットの製作を行いました。

競技ルールの概要は、スタートゲートが開くとロボットが歩きだし、ゴールまでの歩行タイムを競う徒競争です。以下に示すようなロボット本体の構造についての制限があります。

- 1)外部からの制御が行えない完全自律型の歩行ロボット
- 2)車輪走行型でないこと
- 3)常時フィールドに接地面を持たないこと
- 4)ロボットの全高、全幅がスタートゲートを通過すること

上記のルールを踏まえ、学生の自由な発想で考え、4足型の歩行ロボットを製作しました。

課題の成果概要

今回開発したロボットを図1、基本仕様を表1、回路ブロック図を図3に示します。競技フィールドに塗装されている白黒のラインを2足の足裏に設置した反射型光電センサでライン検出し、ラインに沿って歩行する4足歩行型ロボットを製作しました。1脚に3個のサーボモータを有し、計12個のサーボモータで各脚の関節が個別に制御できます。

歩行パターンは、図 2 の通りです。このパターンの繰り返しにより、前後に歩行可能です。また、各脚の付け根にあるモータにより、脚の方向を変えることができるため、左右にも歩行することができます。

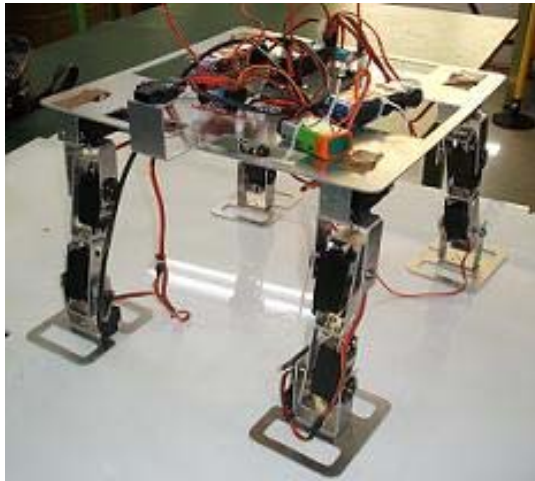


図 1 ロボットの外観

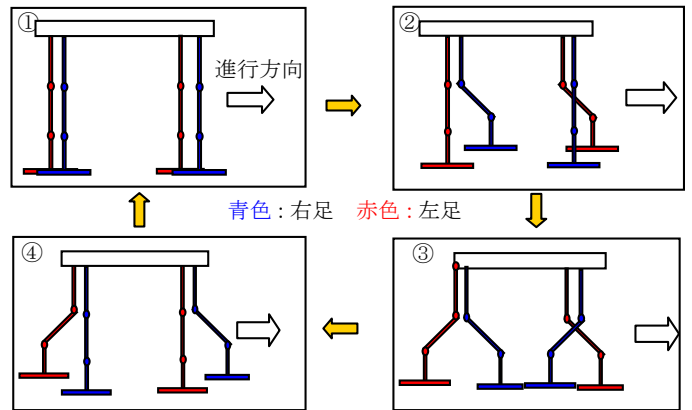


図 2 歩行パターン

表 1 基本仕様

大きさ [mm]	約 300(W)×300(L)×250(H) (最大に足を伸ばした時)
重量[Kg]	1.7
モータ (12 ケ)	GWS RC サーボモータ S11H/2BBMG JR 動作電圧 6[V] トルク 7[kg-cm] スピード 0.17[sec/60°]
サーボコントローラ (2 ケ)	浅草ギ研 RC サーボコントローラ AGB-SC-01
マイコン	PIC マイコン PIC16F877-20
センサ (3 ケ)	オムロン 反射形光電センサ EE-SV672
電源	マイコン用 9V 角電池 サーボ用 ニッケル水素電池 6V 1200mAh×2 ケ
開発言語	C 言語 (gcc)

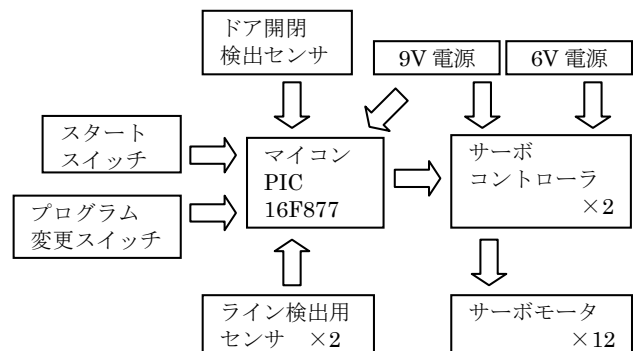


図 3 回路ブロック図

課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

本課題においては、競技会参加の目的のため、メンバーの創意工夫や競技会規定を満たすロボットを実現するための専門的スキル・技術を養成し、あわせてコミュニケーション力や調整能力を要請することを目的としました。

今回、指導する側もロボットの製作は初めてでありました。完全自律型の歩行ロボットの徒競争競技であるため、早く走らせることが目的であります。過去の出場チームの構造のほとんどは DC モーターでリンクやカム機構を用いて、6脚を動かす構成がほとんどだったので、我々は別の方式で行おうと提案し、最終的には、2足歩行ロボットなどで使用されているサーボモーターを使用し、各関節を個別に制御できる方法で行いました。そのため下表のようなことを指導してきた。

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<ul style="list-style-type: none"> ○ モーターの選定法が習得できます。 <ul style="list-style-type: none"> ・ モーターの種類 ・ トルク計算 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ ロボットの構成を考え、その足の各関節にかかる静的なトルクと動的なトルクの計算を表計算ソフトで計算させ、最適なトルクのモーターを導きだします。 ◇ トルク計算にミスがあり、モーターが壊れることがありました。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 力学計算の意味を理解させます。 ● 表計算ソフトを利用することにより、いろいろなパターン構成においてもトルクを導きだすことができます。 ● 3次元 CAD によるモデリングにより、ロボットの構成を検討させます。
<ul style="list-style-type: none"> ○ レーザ加工機によるアルミ板の切断と曲げ加工が習得できます。 <ul style="list-style-type: none"> ・ レーザ加工機の操作が行えます。 ・ アルミの曲げ加工が行えます。 ・ ロボットの組立てができます。 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ NC 加工 <ul style="list-style-type: none"> 2次元 CAD でフレームの展開図を作成しました。次に、描画した図面から座標値や円弧の半径値を求めさせ、CAM ソフトにより NC プログラムを作成しました。 ◇ 曲げ加工 <ul style="list-style-type: none"> 曲げの精度や切断精度又はモーターとの組付けにより寸法が合わず、なんども加工、曲げを繰り返し、フレームを作製し 	<ul style="list-style-type: none"> ● レーザ加工機の操作については、安全に配慮し、しっかりと学生に付き添います。 ● アルミを曲げ加工する場合、折り曲げによる伸び分があるので、その伸びを確認させ、フレームの展開図に反映させます。

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>○ 制御回路の設計とプログラムを習得できます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 電子回路の設計製作 ・ マイコンプログラム 	<p>ました。</p> <p>◇ 電子回路設計、製作</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ロボットの仕様で必要となるスイッチやセンサやモータ制御を行うための電子回路の設計 ・ プリント基板（PCB）CADで、レイアウト設計 ・ エッチングによるプリント基板の作成 ・ 半田付けによる電子部品の実装 <p>◇ マイコンプログラム</p> <p>ロボットの歩行パターンごとの各関節の位置データの作成とその全体を制御するプログラムを作成しました。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 自分たちで、参考図書やインターネットから参考資料を探し、回路設計を行わせました。 ● 各関節を同時に動かさなければならぬため、こちらでサンプルプログラムを渡し、説明します。そのプログラムを応用改良させました。

<所見>

指導する側としては、脚数が多いほど安定度が増すことが予想されていましたが、学生達は自由な発想により、前後左右に進む4足型の歩行ロボットを考えつきました。

ロボットのフレームに1.5mm厚のアルミ板を用い、それをレーザ加工機で切断、曲げにより作製しました。曲げの精度や切断精度またはモータとの組み付けにより寸法が合わず、なんども加工、曲げを繰り返し、フレームを製作しました。

制御においては、4脚が個別に動作する反面、歩行パターンのデータを作成することに苦労していました。

ロボット製作において重要なことは、選定するモータのトルク計算がきちんとできていないと、モータが壊れる等の不具合が生じることを学生たちは理解してくれました。

この課題を通じて、学生の議論や製作の行動から、学生がものをつくることについて理論に基づいた設計の重要性と、ものをつくる楽しさを感じていることがうかがえました。実際には失敗の連続でしたが、その中から専門的な技能・技術の向上、またはコミュニケーション力や調整能力がうかがえました。

ロボット競技会の結果は、予選一本目1分40秒32、二本目リタイアで予選敗退の結果

となりました。しかし出場全 20 台中、歩行方法のユニークさから特別賞を頂き、学生たちは自信につながったと思います。

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福山職業能力開発短期大学校
住所 : 〒720-0074
広島県福山市北本庄 4-8-48
電話番号 : 084-923-6386
施設 Web アドレス : <http://www.ehdo.go.jp/hiroshima/fukuyama/index.html>