

サーボモータによる二足歩行ロボットの設計

京都府立工業高等学校 生産システム科 青木 克巳

1. はじめに

21世紀が幕開けした5年前の2001年、日本中でロボットに関するイベントや催し物が多数開催されるようになった。ロボフェスタ、ロボット博覧会、ロボワン、ロボカップなどテレビ、新聞、雑誌を賑わせていた。AIBO、SDR-3、ASIMOなどもこの時期に次々と発表されてきた。これらのロボット技術に刺激され本校でも2001年から課題研究で二足歩行ロボットの開発に取り組み始めた。



総文ポスター

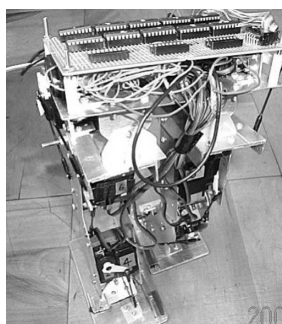


写真1 1号ロボット

2006年8月第30回全国高等学校総合文化祭が京都で開催されるのを受けて2005年度、総合文化祭のキャラクターである「きょうちゃん」をモデルにした二足歩行ロボットを製作した。ここでは、2001年度から2005年度までの課題研究での二足歩行ロボット製作の取り組みを紹介する。

2. 課題研究における5年間の経過について

●2001年(平成13年)

課題研究で初めて二足歩行ロボットのテーマを取り入れた。このロボットは片足5個、両足で10個のサーボモータを使用している。そして各サーボモータ1個について、1個のマイコン(PIC16F84)で制御した。合計10個のPICを使用することになる。制御技術も予算もないスタートであった。角度制御の研究を生徒、教師が一体となって取り組んできた。使用サーボは、SX-101Z(トルク3.3kgf・cm)10個、制御はPIC16F84を10個使用(写真1)。



図1 マスコット きょうちゃん

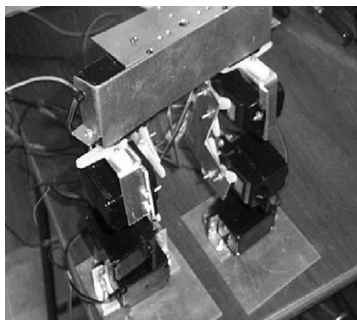


写真2 片持ち金具

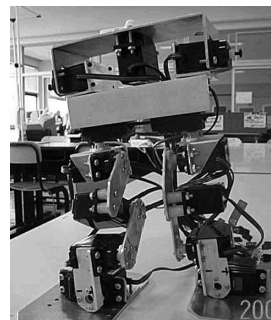


写真3 両持ち金具



写真4 超音波センサー搭載

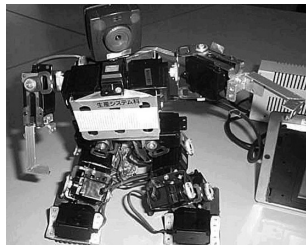


写真5 CCDカメラ搭載

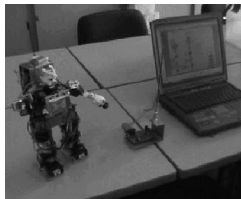


写真7 無線ユニット
(WP-203搭載)



写真8 ランドセル

●2002年(平成14年)

前年度の教訓を元に1個のPICで片足4個、両足で8個のサーボモータを制御するように設計を変えながらプログラムの開発を行った。サーボ用の金具も片持ちタイプから両持ちタイプに変更した。トルクの小さいモータでも制御がしやすくなった。C言語でモーションプログラムを作成しPICに焼き込む作業の繰り返しであった。動作プログラムを作成するのに多くの時間が必要であった(写真2,3)。

●2003年(平成15年)

平成15年度からは二足歩行ロボットを課題研究のテーマにする生徒が急激に増えてきた。製作台数が増えると必要なモータの数が急激に増えてくる。パーツの中心であるラジコンサーボモータの入手が経済的に苦しくなってきた。以前のロボットからモータを外して使いながらロ

ボットの製作が始まった。超音波センサーで前方の障害物を発見するロボット、CCDカメラを搭載しロボットが見た映像をTV受像器に転送しモニターができるロボット、テレビリモコン(赤外線)で制御するロボット等生徒のアイディアはますます膨らんでいき、作品を仕上げていった(写真4,5)。

●2004年(平成16年)

C言語を使用したPIC16F84による動作の作成は開発に非常に時間がかかる。そのころ制御用マイコン基板が開発されてきたので課題研究でマイコン基板HSWB-01を使用することにした。パソコンによるダイレクト制御が可能になったためモーション動作開発時間が著しく短縮された(写真6)。このマイコンはサーボモータを32個まで同時に制御できる。さらにデジタルポート、アナログポートを各8ビット持っている。そしてRS-232Cのシリアル出力信号を無線通信ユニット(送信WP-203H,受信WP-203L)によりマイコン搭載ロボットに転送することによってロボットから信号ケーブルがなくなった。完全自立型にするためにロボット自体にバ

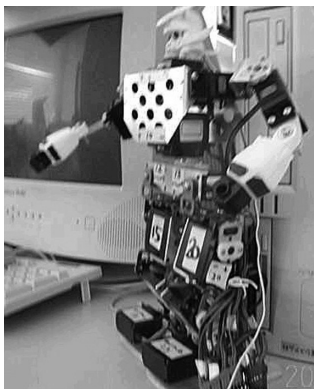


写真6 マイコンHSWB-01搭載



写真9 レーザー加工機

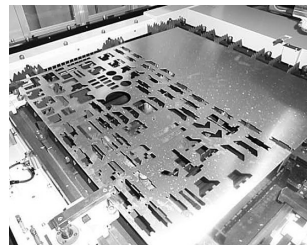


写真10 アルミパーツ製作

バッテリーも搭載する必要が出てきた。軽くてパワーのあるバッテリーを選定する必要に迫られた。結果、ポリマーリチウム7.4v,1000mA(モータ用)と360mA(マイコン基板と通信ユニット用)を搭載した。このことによって完全に自立したロボットになったが重量が急激に重くなり、トルクの大きいモータに変更する必要が発生した。写真8のランドセル内にマイコン基板(HSWB-01)と通信ユニット(受信基板WP-203L)が入っている。システム全景は写真7である。

●2005年(平成17年)

2006年8月第30回全国高等学校総合文化祭が京都で実施される。その会場でパフォーマンスをするロボットの設計を始めた。格闘ロボットやダンスロボット、エンターテインメントロボットなど様々な案が生徒から出てきた。「きょうちゃん」というマスコットキャラクター(図1)があるのでこのキャラクターをモデルにした京の舞を踊るロボットにする案で設計がスタートした。ロボットのデザインを考えながらスケッチし必要な機能が動作可能になるアルミ金具をCADで設計する。CADのデータをCAMにおとしレーザー加工機(写真9)で1mmのアルミ板を切り抜く(写真10)。モータに取り付けるのに折り曲げが必要であるため、ジグ(写真12)をフライス盤で作製しレーザー加工機で切り抜いたパーツを折り曲げる。

この年の制御用マイコンはRCB-1基板を2枚

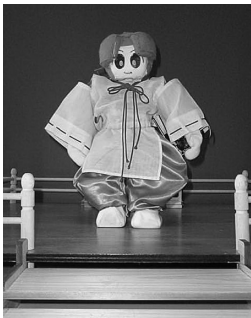


写真11 きょうちゃん



写真12 折り曲げジグ作成



写真13 扇の動作



写真14 扇のメカニズム

使用しノートパソコンでデータを作製することでスタートした。「手を振る」、「歩く」、というモーションを基本に「体操をする」、「ボールを蹴る」、などの動きを作成する。今回の目標は、日本舞踊を踊らせるのが目的である。踊りの動きを解析しロボットのモーションに割り付けていく。ここが一番時間がかかる所である。今回は、5曲の踊りの振り付けを行った。平城山(ならやま)、さくらさくら、など5曲であるが、1分30秒の曲から10分に及ぶ曲まで様々な振り付けを行った。モータが熱を持ってくると動作速度に若干の誤差が生じることもある。

また、パフォーマンスをするための京の舞を演じる踊りの舞台を作製した。今回のロボットの最大の難関は、その舞台に階段を登って舞を踊る所である。わずか3段の階段であるが、この登り動作のデータを作るのに多くの時間を費やした。写真11にある正面階段下から上へ登り、舞台上で舞うことになる。もう一つの特徴は左手に扇を持たせ、曲に合わせて扇を開けて振りながら舞うしぐさである(写真13)。扇1本を出す動作にサーボ1個、開ける動作にサーボ1個の計2個のモータで扇の動作を作製する(写真14)。

この扇子の動きが今回のロボットのポイントでもあった。平城山(ならやま)の曲に合わせてロボットの動きと扇を出すタイミング、扇を開けるタイミングをしなやかに同期させるにはモーション作製時間が多く必要であった。

「舞を踊る」、「階段を登る」、等の非常に上半身が不安定な動きが多いのが今回の動作の課題

である。今回のロボットでは、初めてジャイロを用いた。足首のロール軸(左右両足)を傾きに合わせて左右同時に補正できる。結果は、予想以上に補正できた。足首ピッチ軸(左右)にもジャイロを搭載すれば、なお完全な補正ができると思われる。ジャイロの感度は、上げすぎないようにするのがポイントである。

3. おわりに

2006年4月29日(土)午後1時から、京都駅ビル室町小路広場【JR京都駅大階段】で100日前イベント“「京都総文」ライブ at 京都駅ビル”が開催された。

写真15はそのときのワンシーンである。手前の小さな舞台の上で平城山(ならやま)を舞っているのが、今回製作した二足歩行ロボットの「きょうちゃん」である。奥にいる大きい着ぐるみがマスコットキャラクターのきょうちゃんである。ロボット「きょうちゃん」の舞に合わせて着ぐるみ「きょうちゃん」が舞を踊っているところである。

今回のこのテーマは、1年間生徒の興味関心を引きつけながら課題研究を進めることができる、大変良いテーマであった。ロボットを設計し製作するためには、スケッチ技術、CAD、CAM、レーザー加工機、フライス盤、ボール盤、折り曲げ機、半田技術、等の工作技術、パソコンによるデータ作成、RS-232C通信技術、



写真15 総文100日前イベントのきょうちゃん

UHF無線通信技術、ジャイロの原理、サーボモータ制御技術、などの学習、そして舞台やその上の小道具を作る木工技術、などさまざまな技術を習得できる課題であった。更に、総合文化祭のイベントや地域での発表会など様々な場面で披露するための、準備とその場での発表能力を向上させることができた。また、一番の成果は、メンバーが一丸となって1年間取り組めたことでチームワークが育まれた。現在卒業し希望の進路先へ就職、進学をしていったが、今後の彼らの生きる力になってくれると確信している。また、この先輩たちの成果を引き継いで現在の在校生が意欲的に取り組むことができるのも大きな成果である。

最後に多くの人の協力で課題研究が実施できたことに感謝する。総合文化祭京都実行委員会の方々、本校の先生方、ロボット以外の部分でも多くの方の協力を得た。舞台の製作、舞台上の小道具の製作、など多くの部分で多くの方の協力を得た。取り分け衣装の製作にはマキソーイング教室(綾部市)の方々に大変お世話になった。協力してくださった方々に紙面をお借りしてお礼を申し上げます。

ありがとうございました。

京の舞ロボット「きょうちゃん」の

ロボット概要部品仕様

サーボモータ	KRS-784ICS	*17
	MiniSRB50	*1
	MiniSRB90	*1
マイコン	RCB-1	*2
ジャイロ	KRG-2	*1
無線コントロールユニット	KRT-2	*1
アルミ板	1000*1000*1mm	1枚
檜板	200*900*5mm	5枚
コンパネ(9mm)		1枚
丸木材	φ10*1800	6本