

カンコロジーロボット競技会に参加して

ポリテクカレッジ青森 遠藤 裕之
(青森職業能力開発短期大学校)

1. はじめに

1998年2月にポリテックビジョン98が開催され、その中においてカンコロジーロボット競技会が開催された。当校では、1997年の短大発表会より1短大の最大出場台数である2台を参加させており、そのうちの1台を私のゼミ室で製作してきた。当ゼミ室のカンコロジーロボットは、1997年の大会においてベスト8、1998年の大会において3位の成績を収めるに至っている。

当ゼミ室ではカンコロジーロボット製作を卒業研究として2年前から取り上げてきた。その成果が今回の大会で実を結んだ結果となったが、ここに至るまでの経緯と当ゼミ室のカンコロジーロボットの構造について紹介する。

2. カンコロジーロボット製作の経緯

2.1 ロボット制御の始まり

カンコロジーロボット大会は、1997年の短大発表会の前年に開催された全国総合技能展において初めて開催された。このときはロボット相撲大会も並行して行われており、カンコロジーロボットの出場台数は少なかったと記憶している。このころ当ゼミ室では、マイコンによるロボット制御を始めたばかりで、相撲ロボットをどうにか動くようにすることができた時期である。当ゼミ室からは、ロボット相撲大会にこのとき初めて参加した。このときのロボットはスピードが遅く、パワーもない貧弱な代物であったが、1回戦を勝ち抜くこ

とができ、製作した学生が喜んでいたのを覚えている。そのとき私は、相撲ロボット以上の制御をするようなロボットを製作するようなことはないと思っていた。なぜなら、私は電子技術科に所属しており、金属・プラスチックの加工や機械の機構については、全くの素人だからである。

2.2 バッファロー（カンコロジーロボット1号機）

1997年の短大発表会においてカンコロジーロボット大会が開催されるアナウンスがあった。それを受け、当校では1短大の最大出場台数である2台を参加させることが会議で決定され、ロボットを製作する2人の担当教官の選考が行われた。その結果、幸か不幸か私が担当教官の1人に選ばれ、カンコロジーロボットを製作することになってしまった。選考理由は相撲ロボットを製作したことがあるからという理由であったが、電子技術科に

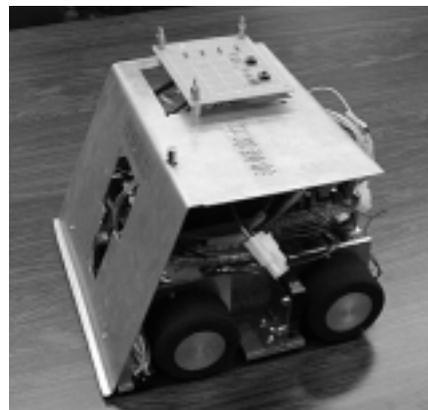


写真1 懐かしの相撲ロボット1号機

機械加工・ロボット制御をしるとは何とも難しい注文であった。

さて、カンコロジーロボット製作の担当になったからには、「一応動作するものを製作しなければならないな...」ということ念頭において、卒業研究として取り上げることにした。しかしながら、電子技術科において卒業研究を本格的に行うことができるのは11月からであり、不安を残しつつ11月まで手をつけずにした。

11月に入ってロボット製作に取りかかるに当たり、ロボットの機構において悩んでいた部分があった。それは空き缶をつかむ機構と、空き缶を自軍フィールド外に出す機構である。機械的な機構は当然ながら勉強したことがないので、全く良い案が浮かばずかなり悩んでいた。また、良い案が浮かんでも、その機構を実現できるだけの加工技術がないため、案は次々とボツになっていった。したがって、機構部には、簡単な加工で実現できる機構とすることにした。缶をつかむ機構は、ゴムの張力を使って閉じる動作を行い、開く動作はDCモータを使用してゴムの張力とつり合うまで開く機構とした。また、缶をフィールド外に出す機構は、加工して製作するのは不可能と考え、市販されているラジコンフォークリフトの昇降部分を流用することにした。フィールド内を動き回るための制御は、ライントレースと位置の確認が必要となるが、その部分に関しては下回りに光センサを配置することにより制御した。

以上のような機構で、カンコロジーロボット1号機のバッファローを構成した。完成したバッファローは、どうにか缶を敵フィールドにすべて入れ、自軍フィールドの缶を外に出すことができるロボットとなったが、動作が遅いという欠点と缶を敵フィールドに入れきるまでにラインを外れると、その後の動作が不完全になる欠点を持っていた。動作が遅いことは、モータのギヤ比で改善されることはわかっていたのだが、青森から部品の注文を出すと、部品の納品まで1.5ヵ月程度、または半年たっても納品されないことが起こるので、その年の競技会にはそのままの状態出場した。

試合前日には、調整する時間が与えられていたが、

このとき、バッファローに重大なミスが判明した。フィールドに印されているマーク・ライン間の寸法が、短大での寸法と大幅に違っており、バッファローのセンサ位置が合っていなかったのだ。したがって、ライントレースはするものの、自機がいる場所がわからなくなる症状が現れた。さて、この症状を解決するためには、センサの位置を変更する必要があるのだが、そのためには本体の加工が必要であった。このときの大会開催場所はたまたま能開大であったため、工作機械を借用して応急処置を行うことができた。

競技会では、缶を運ぶことができるロボットが少なかったため、バッファローのように動作の遅いロボットでも缶を運ぶことさえできれば、ベスト8まで行くことができた。

2.3 ゼブラマニオン（カンコロジーロボット2号機）の製作前段階

ポリテクビジョン98の開催がアナウンスされると、前回の雪辱をはらすため、再び競技会に出場することにした。つまり前回のバッファローは満足はいく出来ではなかったもので、今回は満足はいくロボットの製作と入賞を目標にした。もっとも、製作するのは卒研生であるけれど...

カンコロジーロボットは、当校の卒研生がいきなり製作するには、レベルが高度であると考えられる。そこで、今年度は、まず卒研生に構成が比較的簡単な相撲ロボットの製作を行わせ、その後、カンコロジーロボットの製作に着手させることにした。相撲ロボットの製作は、ただ単に行うだけでは張り合いもないので、全日本ロボット相撲大会の地区予選に参加することにした。相撲大会の結果はさんたんたる結果であったが、このときある教訓を学んだ。

それは「改良を加えたいんです」という卒研生の一言から始まった。大会前日には完全な動作をしていたロボットを、前日に卒研生が持ち帰って改良を加えにかかったまでは良かったのだが、大会当日の朝になってもまだ組み上がっていないという状況に陥っていた。しかも改良がすんでいない状態で、大会会場に到着するまでも改良作業が続けられ、ロボ

ットが組み上がったのは試合開始数分前であった。したがって、センサ類の調整がすんでおらず、土俵の外周にセンサが反応しない、また、相手の検出をしないという状態で試合に臨み、まともな動作をしないで敗退するという結果になってしまった。大会前日にロボットに手を加えるのはやってはいけないことであった。

2.4 ゼブラマニョン（カンコロジールロボット2号機）

ロボット相撲大会が終わり、思わぬことでショックを受けた卒研を励ましながら、カンコロジールロボットの製作を開始した。基本構造はバッファローと同じような構造として、各構成部分を改良することにした。また、前回の競技において、現地で加工するという苦しい経験もしたので、今回のロボットの各構成部分には、 $\pm 10\text{mm}$ くらいの位置調整をできるようにした。この位置調整機能を持たせたことは、実際の競技会において役立つこととなった。競技会前日の調整において、缶の置いてある位置が当校で使用しているフィールドとずれていたのだが、今回は数分の調整で、その問題をクリアすることができたのである。

競技会に参加するに当たり、今回の目標は前回の競技会よりまともに動作するロボットが増えていることを考慮して、前回の競技会の順位と同じベスト8をねらっていた。競技が始まってみると、前回よりまともに動作するロボットは増えていたが、ゼブラマニョンはなぜか準決勝まで進んでしまった。予想外である。準決勝も引き分け後、延長戦で敗れるという僅差であった。場合によっては決勝に進んでいたわけだが、次回の目標のことを考えるとこれで良かったと思われた。この成績により、ロボット相撲で自信を喪失していた卒研は、自信を取り戻したようであった。

3. ゼブラマニョンの構造

ゼブラマニョンの概略を写真2に示す。写真からわかるように、ゼブラマニョンはハンドにより缶をつかみ、そして相手フィールドにつかんだ缶をいれ

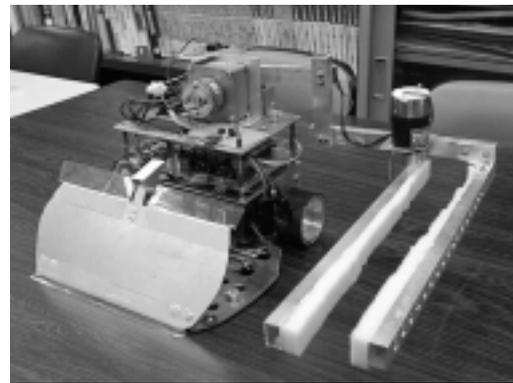


写真2 ゼブラマニョン

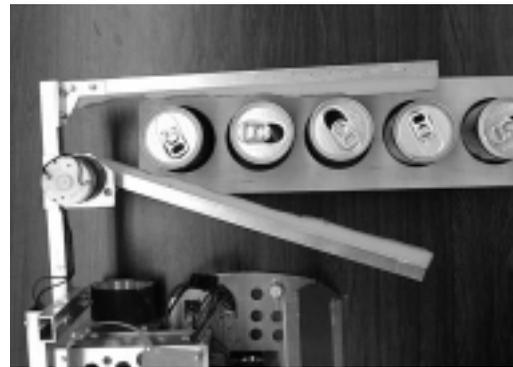


写真3 ハンドの機構

る構造になっている。また、缶を相手フィールドに入れきる(1度につかめる缶の数は4個までのため、2回缶をつかみに行く動作を行う)までは、トレース動作を行うと同時に、マーカの数数えることによって、自機の位置確認をしている。缶を相手フィールドに入れきると、自軍フィールドの缶を外に出す動作にはいるが、その動作は2ステップにした。まず、ライン内側を1周することによりライン内の缶をフィールドの壁側に寄せる。次に壁に沿って動き垂直な壁にぶつかることによりロボットが停止すると、缶を押し出す動作を行う。この動作により、缶がすでに投げ入れられていればほとんどの缶を自軍フィールド外に出すことが可能となった。

ゼブラマニョンに使用したパーツは、CPUにスーパーAK180、DCモータには狭山のモータを使用している。また、モータ駆動回路・センサ回路は相撲ロボットから流用している。参考文献として、トランジスタ技術の1994年の10月号に詳しく書かれているのでそちらを参照するとよいと思われる。

ハンドの機構を写真3に示す。ハンドはDCモータにより開閉する構成にした。缶をつかんでいるとき、つかんでいないときの両方において電圧を加え

ており、電流は常に流れている状態になっている。ただし、これはモータのトルクが缶をつぶさない程度であったためそのようにした。実際は電流を流さない状態で缶を保持したかったのだが、うまくいかないため常時トルクが加わるようにした。また、アームの上下移動は、ギヤードモータを使用することにより構成した（写真2参照）。今回使用したギヤードモータの場合、ギヤ比の関係上電流を流さない状態でもアームの保持が可能であり、消費電力の節約になった。

缶を押し出す機構を写真4に示す。ロボットが走行時において、アルミ板は斜めに寝た状態になっており、壁にぶつかりロボットが止まるとアルミ板が垂直になる機構になっている。アルミ板と蝶番等との接続は、缶が引っかからないようにするためリベットを使用した。また、壁とロボットの間缶が引っかからないようにするため、アルミ板にテレホンカードを取り付けた。このようにすることで、缶はアルミ板の上に乗ることになりロボットが壁の手前で誤動作しないようになった。

ロボットを制御するプログラミング言語には、C言語を使用した。ロボットを製作し始めた頃にはアセンブリ言語を使用していたが、開発が簡単なC言語に切り替えた。ロボット制御においては、C言語の持つ特徴はほとんど使わない（入出力・ループ・判断命令等）でプログラミング可能であるので、この程度であれば誰にでもプログラミング可能である。もっとも、プログラミングセンスは必要であるから、それなりにできる学生に作成させないと大会

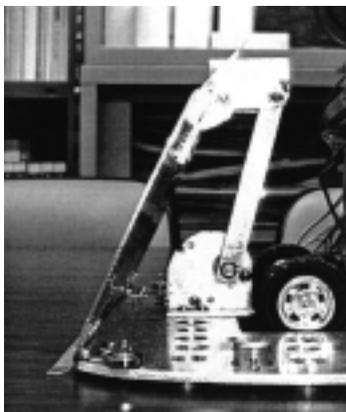


写真4 缶を押し出す機構

で勝てるロボットにはならないだろうが、ゼブラマニョンのプログラミングは優秀な学生が作成しているため、私がほとんど手を出さずことなく完成させることができた。

4．今後改良すべき点

ゼブラマニョンは一応満足のいくロボットに仕上がったが、まだまだ改良すべき点が残っている。ゼブラマニョンは缶を相手フィールドに入れる動作時間が長いので、投げ込まれた缶をフィールド外に出す時間を十分に取ることができなかった。したがって、動作速度を速くする必要がある。この点に関しては対処が容易である。さて、問題なのは戦術面の改良である。カンコロジールロボット競技においては、競技終了時間ぎりぎりに相手フィールドに缶をすべて入れるという必勝の策があるわけだが、この策を用いるロボットへの対処が問題となってくる。対処法としては、競技終了時間前に相手ロボットの位置を検出し、自機の車体を壁代わりとして用い、相手が自軍フィールド内に缶を入れることを妨害するのが有効と考えられる。この方法は実行可能であるが、今回製作したゼブラマニョンには、重量制限の関係から取り付け不可能になっている。減量すれば可能か？

5．おわりに

私の卒業研究の方針として、卒研の基礎部分に関しては丁寧に教え、その後、私は環境を整えることだけを行い、卒研自体は卒研生自身で考えるように指導している。今回カンコロジールロボットを製作した卒研グループに関しては、相撲ロボット製作のときに丁寧に教えたことにより、カンコロジールロボットの製作は私が手を出さずほとんど卒研生だけで行うことができた。したがって、卒研のテーマとしては最適であると思われる。しかし、今回担当した卒研生は自主的に、毎日夜遅くまで居残り、土曜日も出てくるような学生ばかりだったので完成したのかもしれない。次回競技会は、決勝進出を目標にするしかないが、こればかりは卒研生次第であるからどうなることやら…。