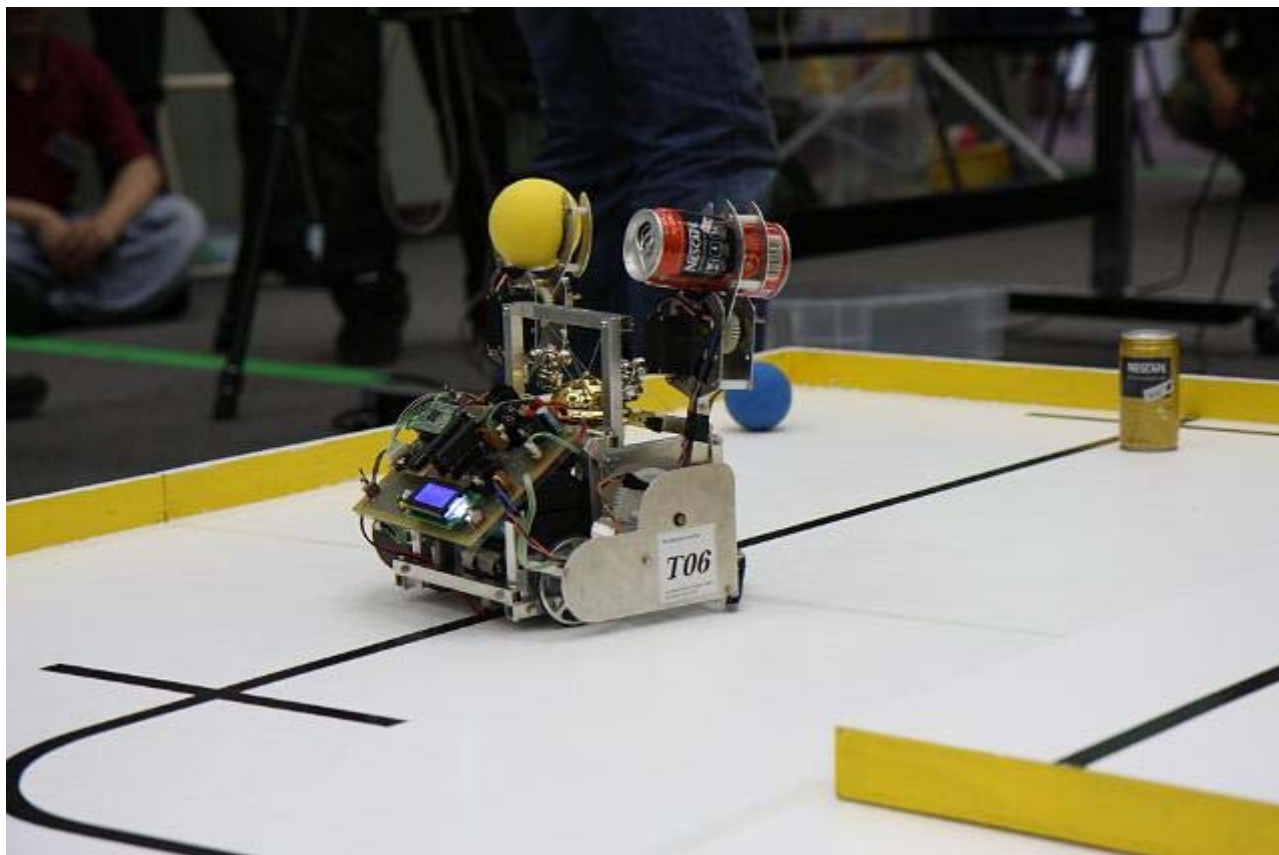


知能ロボットコンテスト 2009

「つかさたん」報告書

2年深沢(回路・ソフト担当)



■ マシン概要

今年度から新しくなったテクニカルコースに出場するために製作したデュアルアームロボットです。

ボール・缶ともに同一のハンドでつかめます。

ターゲットを2つ同時に運べることから、 $6 \div 2 = 3$ 往復で全ての収集を終える能力があります。

★搭載アクチュエータ

本体走行用ステッピングモータ	オリエンタルモータ PK244 x2	NHK2006 小人より拝借
アーム上下用 DC モータ	Sayama モータ+Tsukasa ギアヘッド x2	部室の部品庫から
ハンド開閉用ラジコンサーボ	FutabaS3003 x2	部室の部品庫から
<以上計 6 個搭載>		

★搭載センサ

ターゲット探査用 PSD	SHARP GP2Y0A21YK x2	秋月 ¥400 x2
色識別用カラーセンサ	TAOS TCS230 x2	千石
アーム変位検出用ポテンシオメータ	10 回転 10kΩ x2	部室の部品庫から
ライン検出用フォトセンサ	RPR220 x7	千石

★搭載主要 CPU/IC

メインコンピュータ	Renesas SH2-7125 x1	秋月 ¥1500
電源 IC	3 端子レギュレータ 5V1A x3	秋月 ¥100
ラインセンサ集約用マルチプレクサ	TC74HC4051AP x2	千石 ¥100 x2
DC モータドライバ IC	TA8428K x2	秋月 ¥300
ステッピングモータドライバ IC	TA8435HQ x2	手持ち

■回路構成

★メイン基板

CPU 基板からの入出力用のピンを本基板上に搭載した各コネクタに向け接続している。DC モータ駆動用 IC などの一部回路は直接本基板に搭載している。

また、電池からの出力を電源 IC を介し、各デバイスに供給している。

モータ側とロジック側とでは、GND ごと電源を分離している。信号の伝達にはフォトカプラを用いている。

★CPU 基板

秋月の 7125 基板には RS232 のインターフェイス IC が搭載されていないためにつくられた基板。

将来使いまわす際、基板ごとにインターフェイス IC を搭載してはコストや手間がかかるため、このような形とした。

IC のほかにも、RS232 用のステレオジャックや書き込みスイッチ、リセットボタンも搭載している。

なお、リセット回路は秋月説明書に掲載されている回路を参考にした。

基板の下にピンフレームを搭載しているため、接続したい基板にはピンヘッダをつける必要がある。

★ラインセンサ基板

フォトトランジスタと赤外 LED をパッケージ化したフォトセンサを 7 個搭載している。

フォトトランジスタからの出力をマイコンの AD 変換で読み込むこととなるが、マイコン側のピン数不足や配線の効率化のため、アナログマルチプレクサを搭載している。

LED 側とトランジスタ側に一つずつ搭載し、マイコンからの 3bit 命令によりセンサを切り替える。

製作に当たっては NHK2007 の白丸報告書を参考にした。

★ステッピングモータドライバ基板

ドライバ IC の周辺回路および IC 本体を搭載した基板。CPU 基板と同様、使い回しを考慮して作成した。

ピンヘッダを介し、モータ電源とロジック電源と信号線および GND を接続することにより動作する。

バイポーラ駆動専用。

■ 回路の不具合

★マイコンの不調 [1 回目]

最終型のメイン基板はモータ側とで電源が完全に分離されているが、当初は同一にしていた。アーム上下用の DC モータを搭載する前は何も問題なかったが、これを接続した途端、マイコンが以上発熱して使えなくなってしまった。DC モータからの逆起電流対策をしていなかったのが原因と思われる。

★マイコンの不調 [2 回目]

上記の事故後、ロジック側に逆起防止用のダイオードを搭載し、問題の沈静化を図った。

が、しかし、1 週間ほどして次第にマイコンへの書き込み成功率が下がり、しまいには書き込めなくなってしまった。当初は問題なく動いていたことから、原因は DC モータのほかにあるのかと思い、調査したものの結局原因はつかめていない。

その後、ロジック部とモータ部の電源を分離することで、不具合は見られなくなった。

★ラインセンサ基板の怪現象

アナログマルチプレクサに 3bit 信号を入力することで結果を取り出している本基板であるが、なぜか指示した番号と実際に出力される番号とで差異がみられた。回路上の配線ミスが原因とみて調査するも、特に以上はなかった。

それどころか、同一出力に対し、AD 変換を 5 回ほど繰り返すと正常値が出力された。これは、信号を入力してから AD 変換をするまでに入れる遅延時間にはまったく関係せず、AD 変換の回数に関係することが分かった。

後日、回路を参考にさせていただいた NHK2007 の白丸担当者の方に伺ったところ、やはり同じ問題が発生していたとのこと。

原因はまだ分かっていない。(パルス発光用のコンデンサが関係している?)

■ 制御ソフト

★全体

筆者としてははじめての C++ 言語を導入した。モータや SCI などの各デバイスをオブジェクト化してプログラムすることで、効率的に開発することができた。

★アーム駆動

変位検出用のポテンシオメータからの情報を元に、PD 制御で駆動させた。上下するだけではセンサの変位量が大きく変位せず、がたつきが目立ってしまった。

ゲインの調整に手間取り、結局前日に先輩の助言を元に最適値を見つけることができた。

★走行系

ステッピングモータを用いたので、マイコンからのパルスでドライバを駆動させた。

マイクロマウスのプログラムを流用することで、加減速を含め、短期間で制御することができた。

★ターゲット検出

PSD の配置からして、首振りをせざるを得なかったので、他の多くのマシン同様、扇形に回転しつつ、PSD の値をサンプリングした。収集した値からは極値を検出し、左右 2 つの PSD の極値をあわせてターゲットの位置を決定している。ハンドの先に近接センサを設けたわけではないので、一度収集した PSD の値を頼りに距離を算出している。ボールと缶とで大きく値が異なることもあり、調整は困難であったが、ハンドの形状を工夫してもらうことにより、なんとか両方ともつかめるようになった。

★ライン検出

ラインセンサ基板は、7 個のうちのどれかが常にライン上に乗っているような仕様とした。どのセンサがラインを検出しているかを考慮し、左右の走行モータの速度差を決定し、その目標値に向けて加減速を行っている。これにより、高速時でも比較的なめらかに走行することができた。

★色検出

センサからの RGB および透明色の値を取得し、その比率で色を決定した。アバウトな決定なので、ボールと缶とで判定が異なることも多く、本番でも誤検出をしてしまった。今後の課題。

★全体の流れ

スタート前に自由ボールを持たせ、黄色ゴールに投げ入れた後にターゲットの探索をする。探索時は特殊なアルゴリズムがあるわけではなく、手前から奥に向かって単純に探索する。2 つのターゲットを拾った時点で探索を中断し、各ゴールへと向かう。ゴールへ入れるときは、アームを振り下ろす途中でハンドを開くことで投げ入れている。ゴール後は再び探索へ戻るが、すでに探索済みの場所は当然スキップする。また、検出し忘れを防ぐため、一回目とは首振り場所をずらしている。探索が全て終了したら、スタート地点へ戻り、スタートスイッチを押す。

■当日の競技

予選、2 次予選と両方とも 2 位通過で決勝へ進出した。1 位も RUR の「くるとが」チームだったので、左右の競技台、しかもトリにあたる最終競技を RUR で固めることができたのが感慨深い。競技点では決勝も 2 位だったが、すばらしい技術力を持つ「もやねのアトリエ」チームの韋駄天くじらに審査点で大敗してしまい、3 位となった。なた、未来が期待できるとして「あすなる賞」をいただくことができた。

★敗因

予選、2 次予選、決勝戦の 3 回において、完璧にターゲットを収集・色分けすることができなかった。特に決勝戦は収集こそすべてできたが、色分けを一つ間違えてしまい、大きな失点となった。また、技術的に平凡なので審査点も平凡になってしまったのが大きい。

■感想

知ロボ2年目で3位をとれたのは正直うれしい。

が、2位のくじらが非常にすばらしい動きをしているのを見て、技術力の差に驚かされ、このマシンとの順位差が1位でいいのだろうかと疑問に思ってしまった。

駆動方法やセンサの種類が根本的に違うとはいえ、つかさたんにも十分な性能があるのは明確だ。

機械屋さんにつくってもらったマシンを、そのポテンシャルを全て生かせるような回路・ソフトをつくれるようになりたいし、ならなければいけないと思う。

★おまけ

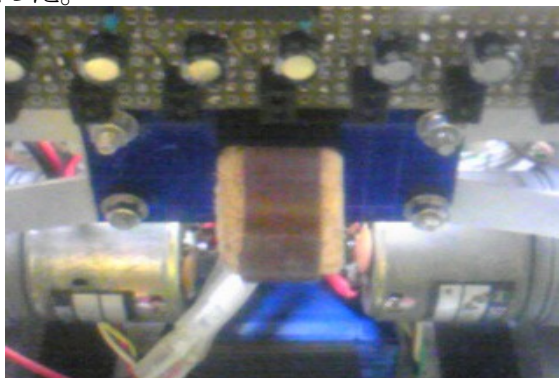
後輩いわく、ホテルに着いてテレビ付けたら、つかさたんがNHKの夕方ニュースに出てたらしい(ニヤニヤ

知ロボに出るのは今回で2回目であり、前回出たときは発射野郎という名の通り、ボールを飛ばす激しいマシンだった。それで今回はボールを飛ばすのはもう古い。マシンを合体させようと考え製作に取り掛かった。しかしその合体するをあきらめてしまい、単純なマシンとなってしまった。

足回り

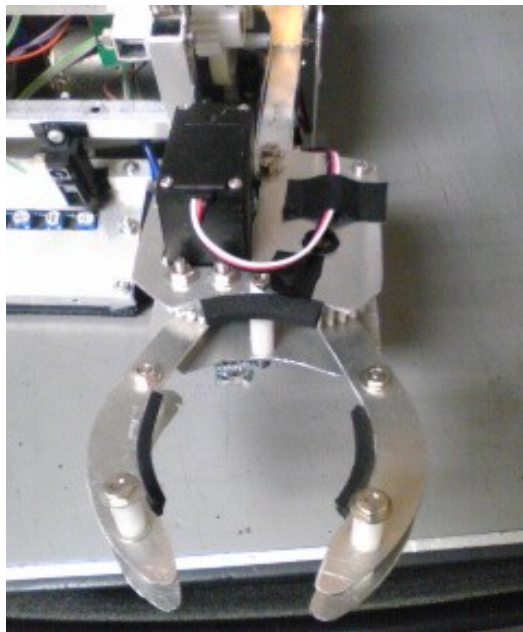
オリエンタルモーターのPK244を使用したのだが、モーターとマシンの重心が離れていたため力が足りず制御が難しいマシンとなった。これは、電池の位置をモーターの上に移動したらすぐに解決した。

はじめはボールベアリングを使用していたのだが、部で作ったコースの段差が乗り越えられなかったので木を円形に加工しラグスベールをつけることにした。これを作ったのは電気屋の彼であり、段差でつまづくことはなくなった。



ハンド

ハンドの部分は合体する機構を考えていた事や、いびつな形でも得点できるんだということを見せたかったため現在のような4本ではなく、3本であった。しかし、3本ではボールを取る位置が左右にづれたとき、取れなくなるので4本に変更した。ハンドを動かすモーターにはフタバの3003を使用し、ギアはDSのモジュール1、歯数28の使用した。ボールがハンドの中心に来ない場合はハンドと床との距離がありすぎるとその隙間にボールがめり込んでしまうので、地面すれすれもしくはつくようにすれば良いと思う。



アーム

アームの部分は合体することを考えトルクを上げるためギヤヘッドをつけたり、ギヤ比を1:3にしてギヤをつけた。ポテンションメータのつけ方は付属のナットとワッシャーを用いてモーターをつけるのと同じようにつけた。

このギヤを取り付けるとき穴を開けるのを失敗をしてしまった。ギヤは圧入でいいのに入れにくいという理由で穴を広げてしまった。ギヤは軸に対して正円を描く必要があるので穴を大きくしたら軸とギヤを固定する際に軸の中心にギヤの中心は来ずにゆがんだ円を描いてしまう。さらに真鍮棒の軸とギヤを固定するためギヤのボスに穴を開けたのだが穴が円の中心を通らず歪んでしまった。穴を開けたい部分をヤスリで削ってから開けたらうまくいった。またアルミ板を加工する際エンドミルを使用したのだが送り速度が早過ぎたためΦ2のエンドミルを折ってしまった。数々の失敗をしたが一番失敗したと思うのがスペーサーの部分である。内側と外側を固定するのにこの機構はないと思う。そのせいで外側は自重に耐えられず少々垂れている。ここは本体の角柱を外側まで延ばしトラスをつければ解決すると思うのだが、動いているから大丈夫だろうと考えていしまいそのままにしてしまった。これは理由は始め足回りの設計をしてから次はアーム周りと別々にして考え全体のバランスを考えずに設計したことによる。今でもこのスペーサーの部分を見るたびになんだかがっかりしてしまう。これらの失敗は自分の知識と技術不足でなんとなく製作した結果である。もう少しロボット製作の知識を高めてから設計や製作をすべきであった。



合体機構の断念

あなたと合体したいをコンセプトに始めた知ロボであり、設計をし合体マシンで使うステッピングモーターと合体する機構の小型サーボモーターまで買ったが無意味なものとなってしまった。それは作業が思ったより進まず本体の完成が2週間前となったこと。ステッピングモーターに合うホイールがないため自分で作らなくてはいけなくなったこと。思ったよりアームの持ち上げる力がなかったこと。合体をするメリットがほとんどないこと。これらの理由により合体機構を断念した。合体は意味がなく競技においては時間の無駄であるが、やはり合体したかった。

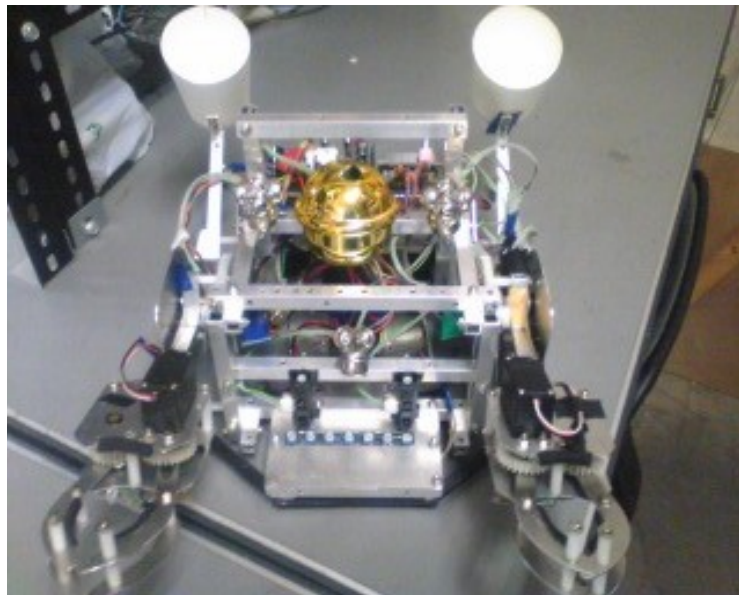
鈴

現在ではこのマシンの最も目立つポイントが鈴であるのだが、当初はまったく構想になかった。鈴を作るきっかけについては合体機構を断念したにも関わらず電気屋の彼がねえねえ頭まだ？とニヤニヤしながらプレッシャーをかけてくるので、どうしようと考えた結果である。つまりあの鈴は頭であったのだが最後まで誰にも伝わっておらず残念。鈴を選んだ理由はつかさたんは平凡なマシンであり本番の会場は静かであるので音は注目を浴びれると考えたからである。製作で

苦労したのが、摩擦と強度である。この鈴はアームが下がるとテグスが引っ張られることにより頭が持ち上がり、アームが下がるとテグスのテンションが無くなるので頭の自重により頭が下がる単純な機構である。ここで、テグスには切れないために強度が必要となり太くする必要があるのだが、太くするとテグスと角柱の部分での摩擦が増えアームの制御に影響が出る。そこでちょうど良い太さにするため 0.3mm のテグスを二重にした。

七夕会

マシンの未完成ぶりが仇となり普段高校生などが貰えるあすなろ賞をもらってしまったので七夕会までには改良することになった。大会終了後の間もない日のこと電気屋の彼がかごつけてよ。といった。初めはかごなんてつけても意味ないってそれよりアームをもう一本増やそうと今考えると過激なことをゆったのだが、よく考えると、かご良い。ってことでかごの製作に取り掛かった。知ロボのときにかごをつけることに思いつかなかった理由は、つかさたんはボールを後ろでゴールに入れると考えていたためである。しかし時間短縮のためにはボールをつかんだ時と同じ方向でボールを離すことになっていた。これを聞いたとき理解はできても軽くショックを受け、でも何とかなるんではないか(←ならない)と考え最後までかごをつくる発想はなかった。かごは部室にある誰かが使った割ときれいな紙コップにした。エココロ。紙コップならアームでかごを挟んでも影響はないと考えたからである。これはまだ固定の方法など改良すべき点があるが精度はまずまずであった。この新しいつかさたんは後ろにかごをつけたことにより左右前後上下すべてに目が行く大きなマシンとなった。



チャレンジコースとテクニカルコースどちらに出るのか迷っている人がいるならばの参加を勧める。テクニカルコースは参加人数が少ない割りに主催者側が盛り上げようとしているので賞がもらいやすくなっている。また、チャレンジコースと比べてタイムトライアルがあるので競技性が出て面白いと思う。

一人でマシンを作るのは本当に大変で苦しかった。穴を空ける位置や削る長さを間違い作り直すことがあったし、設計の段階からやり直すこともあった。しかし、電気屋の彼や部の仲間たちが頑張っているのを見て自分も頑張ることができ、どうにかつかさたんを完成することができた。本当に知ロボに出て良かった。