

## 平成23年度工学会 自主研究助成報告書 マイコン制御による効率的な走行の研究

著者	黒崎 勇人, 澤 貴裕, 山本 恭聖
雑誌名	理工学と技術 : 関西大学理工学会誌 = Engineering & technology
巻	19
ページ	91-94
発行年	2012-11-16
その他のタイトル	Study of the efficient run by microcomputer control
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10112/7515">http://hdl.handle.net/10112/7515</a>

## マイコン制御による効率的な走行の研究

黒崎 勇人\* 澤 貴裕\*\* 山本 恭聖\*

### Study of the efficient run by microcomputer control

Hayato KUROSAKI, Takahiro SAWA, Kyousei YAMAMOTO

#### 1. はじめに

我々は今までにPICマイコンというマイクロコントローラーを使用して電子回路の製作を行ってきました。今回はその経験をいかし、複雑な制御を必要とするライトレースロボット、通称「マイコンカー」を製作することにした。

#### 2. マイコンカーラリー

ライトレースロボットの大会として「マイコンカーラリー」と呼ばれるものがある。我々はこの大会に出場し、完走することを目標とした。この大会は複数のコースパーツを組み合わせて周回コースを作り、そのコースを一周完走し、タイムを争う競技である。ここではコースについての説明を行う。



図1 コース説明

コースは幅300mm、黒の地のコースで、中央には

原稿受付 平成24年9月14日

\*システム理工学部 電気電子情報工学科 学生

\*\*システム理工学部 機械工学科 学生

幅20mmの白色のセンターラインがあります。その両脇には幅10mmの灰色ラインがあります。コースの両端には30mmの白線が施され、この白、灰、黒をマイコンカーのセンサが判断します。

直線のコースの他に、内径が600mmの「カーブ」と内径が450mmの「急カーブ」があります。

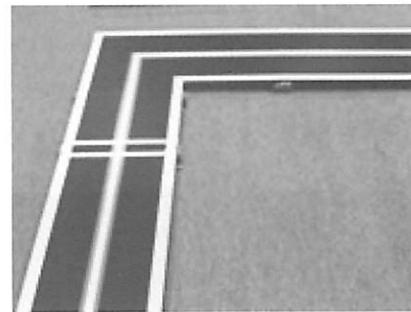


図2 クランク

更に、図2のような直角に曲がる「クランク」と呼ばれるコースがあります。クランクの手前には2本の白線(クロスライン)がコースを横切るように引かれ、マイコンカーがこれを検知すると先にクランクがあると判断できます。



図3 レーンチェンジ

図3のようにセンターラインが途切れるコースを「レーンチェンジ」と呼びます。レーンチェンジの手前には2本の白線（ハーフライン）がチェンジ側半分までコースを横切るように引かれる。

### 3. 設計と製作

車両自体は「マイコンカー製作キット Ver.4.1」というキットを購入し、それをそのまま組み立てました。

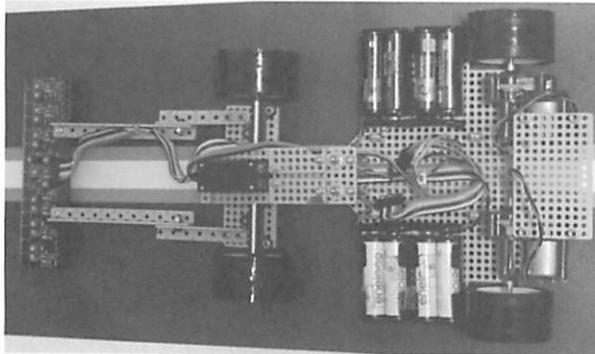


図4 マイコンカー本体

図4のように、タイヤを固定したギアボックス2個を左右後方に配置し、後輪駆動とした。操舵の方式は図5のようなセンターピボット方式という前のタイヤを含めたフロント部分全体を一点でサーボの軸に固定し、曲がるタイプである。そのフロント部の先にセンサー基盤が固定される。

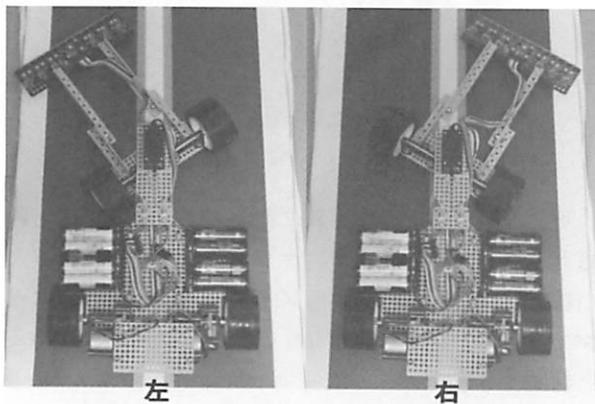


図5 センターピボット方式

車両の設計は以上である。次にマイコン基板だが、マイクロチップテクノロジー社の8bit マイコン PIC18F4520を採用し、サンハヤト製クイックポジ感光基板を用いて自作した。図6に回路図、図7は実際の製作物である。

さらに、マイコンからの微小な電力ではモーターを駆動することができないため、パワー MOSFET を使

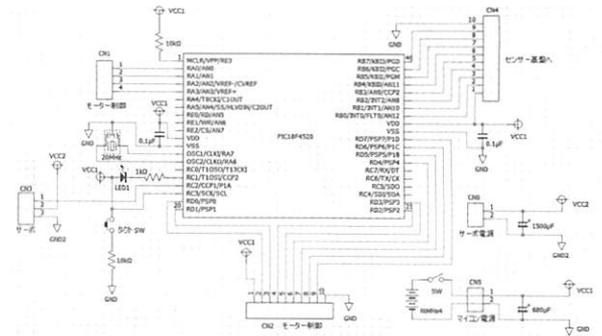


図6 マイコン基板回路図

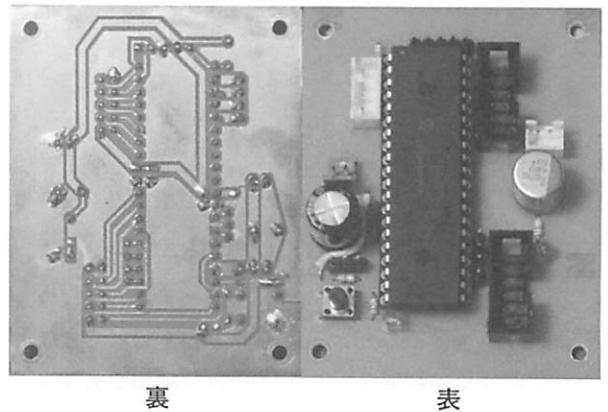


図7 マイコン基板実物

用してHブリッジ回路を組み上げた。この基板をモータードライブ基板と呼ぶことにする。

また、Hブリッジ回路にPWM信号を送り、モーターの速度、トルクを可変できるようにしたいが、ハードウェア的な制限から PIC18F4520のみでは制御できない。そこで、PIC16F886というマイコンをモータードライブ基板に採用し、このマイコンでPWM信号を生成、およびHブリッジ回路の制御を行うことにする。図8はモータードライブ基盤の回路図、図9が実際に製作した基板である。

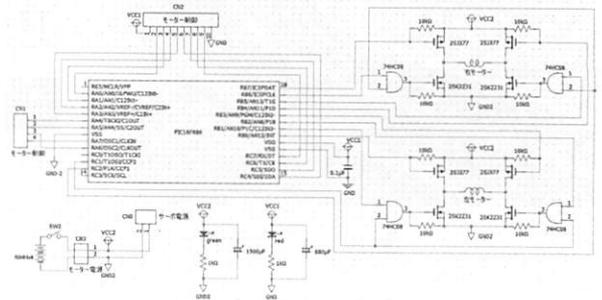
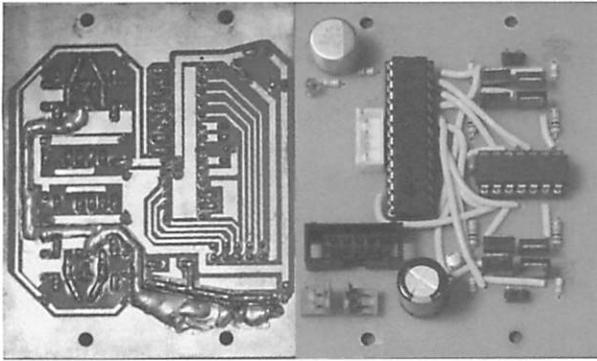


図8 モータードライブ基板回路図



裏 表

図9 モータードライブ基板実物

以上で設計、製作は終了し、完成したマイコンカーが図10の写真である。

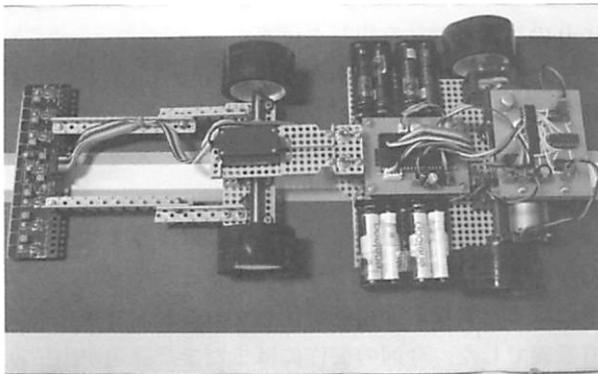


図10 完成したマイコンカー

#### 4. 走行プログラミング

まずは、速度を落とし、直線とカーブ、急カーブのみのコースを完走できるように努めた。

7	6	5	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---

図11 センサの配置

初めに図11の3のセンサーが白ラインを外すと必ず2と5のセンサーが白ラインを検出するように調節する。そして、3のセンサーが白と認識している間は直進、2が白ならば右に5度舵を取る。1だと右に10度、5と6は左にそれぞれ同じだけ曲がるようにした。0番と7番のセンサーについては図12、図13のように左カーブと右カーブで同様の反応をしてしまう可能性があるため、直前のセンサーの状態を記憶しておき、2や1が反応した後に0が反応すれば右に15度、左カーブの時は逆ようになるプログラムを組んだ。

このプログラムでカーブ、急カーブを含むコースを完走することが出来たので次は速度を上げてみた。

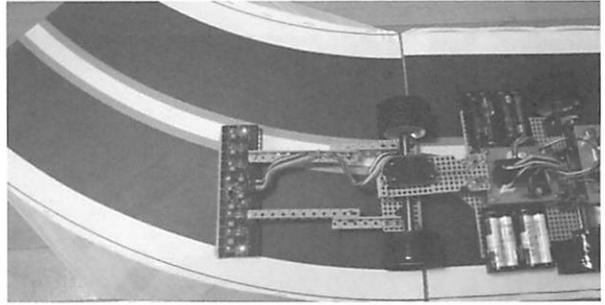


図12 右カーブ時

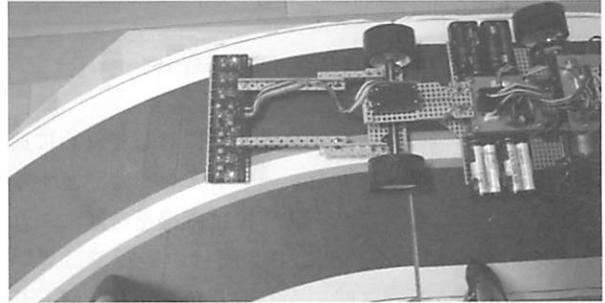


図13 左カーブ時

だが、カーブを曲がれ切れなくなり、脱輪してしまった。そこで、3番以外のセンサーが反応したときに左右に曲がる角度を大きくしてみた。

次にクランクである。全てのセンサーが反応したとき、手前のクロスラインを通過したと判断し、スピードを落とし、二本目のクロスラインは読み飛ばすようにした。その後はスピードを落としたまま右半分か左半分のセンサーが全て反応するまで待ち、直角を検出するようにした。

難関のレーンチェンジは、通常走行中に右半分あるいは左半分の全てのセンサーが反応したときにハーフラインを通過したと判断し、スピードを落とす。そのままラインレースを続け、全てのセンサーの反応が消えればラインが途切れたと判断し、進行方向を斜めにずらして進み、いずれかのセンサーが反応するとチェンジ先のラインに達したとし、通常走行に戻るようにした。

以上のプログラムで全てのパターンに対応できるようになったが、実際の走行では脱輪が多く、非常に不安を残したままである。

#### 5. マイコンカーラリー大会

上のよう不安定ではあるが、2012年2月11日に大阪電気通信大学の自由工房で行われたマイコンカーラリー大会の一般の部門に参加した。

2回走行したが、1回目の走行ではクランクを曲がり切れず、脱輪した。

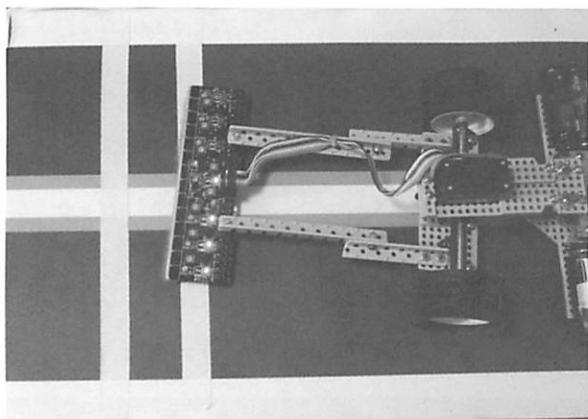


図14 クロスライン誤検出例

原因は、図14の様にクロスラインに対して斜めに入ってしまう、クランクをレーンチェンジと誤認することが考えられた。これを防ぐには直線を奇麗にぶれなく走る必要がある。そこで2回目の走行では思い切ってライントレース時のかじ取り角をかなり減らして試したが、クランク直前にある急カーブを曲がりきることが出来ず、非常に残念な結果になってしまった。

## 6. 大会後

大会が終了した後に、電通大の方と話す機会がありました。そこで、直線でまっすぐ走らせつつ、カーブも的確に処理する方法について、舵取りする角度は少なめにしつつ、カーブでは素早い反応ができるよう、速度が速く、トルクの大きいサーボモータと換装してみてもどうかというアドバイスを頂いた。

その後、アドバイス通りにサーボモータを交換して走らせたところ、見違えるように動きがよくなり、ぐらつきなく、カーブでもしっかり曲がるようになった。

## 7. これからの課題

開始から一年が経ち、理工学会支援としての研究活動は終了したが、まだまだ課題は多いと実感した。例えば先のサーボモータの換装により、動きは良くなったが、引き換えに非常に大きな電力を必要とするようになった。図15はモータ電源のVCC-GND間をオシロスコープで見たときの写真だが、サーボモータが駆動する瞬間に電圧降下が起こり、大きなノイズが発生している。

ESR (等価直列抵抗) の低いデカップリングコンデンサを挟む、電源ラインに直列にインダクタを挿入するなどの方法を発見したので、これから実践していきたい。

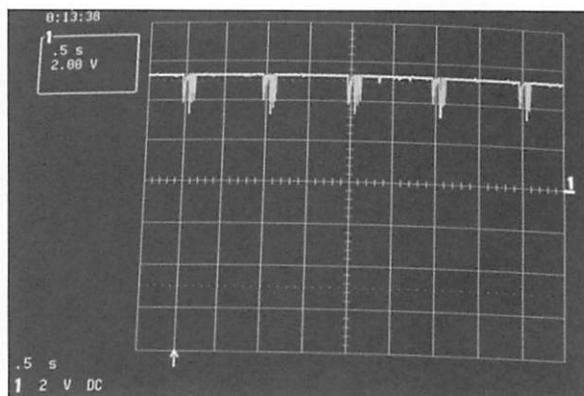


図15 サーボモータ電源ノイズ

## 8. 最後に

今回の研究は助成金を頂くことが出来たからこそ実現したものでした。ご支援下さった理工学会様には心よりの感謝とお礼を申し上げます。

また、実際の製作にあたり、関西大学電気通信工学研究会のメンバー、OBの皆様にご協力頂いたことを感謝します。特に走行用のコースはほとんど全て多田氏に作って頂きました。

今回は大会でよい結果を残すことはできませんでしたが、実際に動くハードを製作することを通し、ソフトとはまた異なる面白さを体感することができ非常に有意義でした。今回の製作にはまだまだ課題が山積みですので、これからも改良を続けていくつもりであります。

研究をご支援下さった皆様にいま一度お礼申し上げます。ありがとうございました。

## 参考文献・資料

- 1) 「マイコンカーラリーネット - 競技コースについて」  
<http://www.mcr.gr.jp/whatmcr/games/main01.html>
- 2) 島津春夫著「実践作りながら学ぶマイコンカーラリー」電波新聞社