

ミニ四駆 AI大会が意味するもの

What do we mini 4wd AI model car race for

西野 順二†

Junji Nishino

1 はじめに

プラモデルカーにコンピュータを乗せ最高速を目指す、この一見遊びのような目標を掲げたのがミニ四駆 AI大会である。

少子化と高齢化、そして世界で類を見ない人口減少が進む日本において、多くの人材と資源を必要とする巨大システムの構築はすでに困難な課題となっている。本公演で紹介するミニ四駆 AI大会は、巨大システムではなく、安価で身近な様々なモノを人工知能技術によって賢い高有用なシステムとして、日々の生活や産業を豊かにすることを目指している。

この新しい科学的パラダイムを、安価高有用システムと呼ぶ事にした。

プラモデルカーは一台の購入価格が 1000 円程度であり、数億円程度の産業用・研究用ロボットと比較すれば、1万から 10 万分の 1 の価格でしかない。安価で大量に入手可能な一方で、機械機構にはガタがあったり、特性が不揃いであったり、アクチュエータやセンサに強い制約があったり、非線形特性が強かったり、制御を試みる時には安価ゆえの困難さに溢れている。むしろ、高価格の高精度サーボモータを用いたシステムよりも、制御が難しいといえよう。

安価なフレームワークを知能的な制御と人工知能の技術を用い、1台1台のばらつきがある中で、十分なトータルなパフォーマンスを得る手法を開発することが、本プロジェクトの目的である。これを実現するため、RoboCup[1] のようなコンペティションによる研究の加速と評価を行なっている。

2 ミニ四駆 AI

2.1 ミニ四駆

ミニ四駆*は、1982 年以来株式会社タミヤが生産しているモータによって動くプラモデルカーである [2]。

専用のコースで高速に走らせることが可能であ

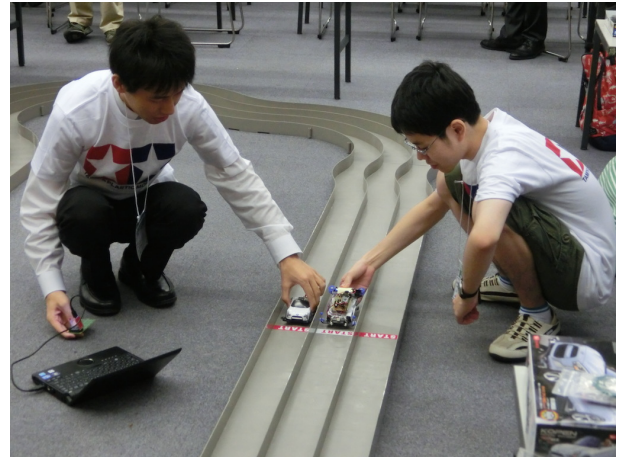


図 1: 専用コースと車体

り、ショップ主催や草レースなど各地でレースが開催されている。2012 年にタミヤ主催のジャパンカップが再開され、2015 年現在まで幅広い年代でのブームが続いている。コースと車体の様子は図 1 のようなものである。

本体は 1000 円程度で、単三電池 2 本によって走らせることができる。モータやタイヤ、ギア、ベアリングなど 100 円から 500 円程度の様々なオプションパーツにより、改造を施し、高速型や加速型など車体特性を機械的に調整することができる。昨今のモータは非常に強力であり、時速 20Km 強で走るため、コーナーやアップダウンセクションでコースアウトを防ぐことが調整の主眼となっている。

ミニ四駆の名前の通り、四輪駆動でデフアレンシャルギアは基本的くない。またステアリングも無い。車体の四方にダイナミックバンパとしてローラーが配置され、コーナーではコースの壁の反力によって方向転換することになる。このときの衝撃やスピードロスも調整の対象である。

タミヤの公式レース出場規格では、全長 165 mm 以下、最大幅 105mm 以下、全高 70mm 以下、最低重量 90g 以上、と定められている。また、モータは 1 個、電源は単三乾電池 2 本と決

† 電気通信大学、UEC

* ミニ四駆は株式会社タミヤの登録商標です

められている [2]。

2.2 ミニ四駆 AI

ミニ四駆 AI は、人工知能を搭載してミニ四駆を高速にすることを旨とする。このさい人工知能のないミニ四駆とできる限り対等な試合ができることがのぞましい。このため以下のようにレース規格を制定した。

サイズ等の車体制限はタミヤ公式レースに準拠する。コンピュータなどの搭載電子部品を外せば、タミヤ公式レースに出られる車体であること。コンピュータ・センサ用のバッテリーを自由に搭載しても良いが、モータ駆動エネルギーとしてはならない。有線での走行を禁止する。

コースレイアウトは大会当日に公開される。試合前に学習セッションとして、各マシン合計5分程度の独占的なコース自由走行時間が最低でも与えられる。最初の自由走行から本戦まで30分の準備時間が与えられる。試合進行に余裕のあるかぎり、自由走行を可能とすることがある。

これは、自由走行によってコースレイアウトのデータ収集を行い、オフラインでの学習・調整することを想定している。非接触かつ他の競技者の邪魔にならないかぎり、外部からのコース計測も妨げない。ただし、独占的に計測することはできないので、他の競技者や走行車がいることが前提であり、精密に設置したカメラシステムなども実質的に使用不可である。

3 ミニ四駆 AI での課題

これまでに明らかになっている、ミニ四駆 AI を速くするための課題には以下のようなものがある。

- (i) コース学習
- (ii) 自己位置同定
- (iii) ブレーキ位置制御
- (iv) 最適行動制御
- (v) モータ駆動回路
- (vi) センサシステム
- (vii) パワーウェイトレシオ

たとえば、ブレーキ動作は急カーブやジャンプ台より前にかける必要がある。これは、加速度やタッチセンサなど、車体でのイベント感知のない状態での動作が必要ということである。これを実現するには、高精度な自己位置同定が必須となる。しかしながら、時速20Kmで走る100mmほどの小さな車体からスタンドアロンでコースの

形状、状態を学習し、自己位置の推定を行なうことは非常に困難である。MEMSの進歩により慣性センサを積む事で、車体の揺動計測を行なってコース概形を掴むことはできるが、低価格モータの速度制御が難しいことと相まって、精密な測定はのぞめない。

そもそも軽い場合に90g程度の車体に対して、多数のセンサを搭載することもまた困難である。車重が倍強になることを許容しても、たかだか100gの範囲内でセンサを取捨選択しなければならず、しかもこれは、駆動用のバッテリーを含んだ重量である。

制御を行なうにしても、たとえば、処理に100ミリ秒かかるとすると、その間に車体は50cm移動してしまう。さらに、低価格モータの高速追従自体が困難な課題である

小型の模型用モータでは数分で加熱し、抵抗が上昇したり磁気特性の変化によりへたりが出る。さらに、大電流を流すため単三電池も発熱し、内部抵抗も急激に増大する。これらが相まって、車体特性が時々刻々変化する極めて劣悪な時変系である。人工知能による走行システムでは、こうした時変自己パラメータのモデリングも重要なサブシステムとなる。

4 大会

4.1 大会の歴史

2015年6月の時点までの大会は以下の通りである。第一回大会は2014年9月1日～3日に、ファジィ学会主催のファジィシステムシンポジウム in 高知で開催した。参加は7組織から16チームの参加があった。第二回は2014年11月8日、9日に人工知能学会研究会およびロボカップ日本委員会の共催によるロボカップシミュレーションリーグ秋キャンプに併設で愛知工業大学自由ヶ丘キャンパスで開催したが、参加者些少のためテスト走行のみで競技は不履行となった。第三回は2015年4月25日に東京のTBWA HAKUHODO QUANTUMのオフィスで開催された。ミニ四駆 AI 用の専用ボードの講習会もあり、試合には3組織10チームの参加があった。

また、2015年9月2日～4日にはファジィシステムシンポジウム in 東京において第四回大会が開催される。

4.2 大会出場マシン

大会に出場したマシンのこれまでの傾向をまとめておく。

使用される車体には強い傾向はないものの、最新型の MA シャーシに両軸型モータを使うチームがやや多い。このタイプでは駆動系のプロペラシャフトが無く、最高速が出やすい。車体はなるべく速く、制御でそれを落として使うという方針のためである。

搭載する CPU には、Arduino や PIC が用いられ、また単体での AVR/ATmega が使われることもある。通信パッケージチップの TWE-Lite を使ったものも出場している。

センサは、加速度センサ、ジャイロセンサ、振動センサ、接触(感圧)センサ、超音波センサなどが使われている。これらのセンサの課題は、サンプリングレートと、ダイナミックレンジであり、ミニ四駆のスケールおよび速度はちょうど測りづらいレンジとなっている。

無線を搭載し、コントロール PC と通信してテレメータを行なうものもある。

CPU 用バッテリーは、9V 角形電池、リチウムポリマー、充電電池数本を昇圧するなどがあり、重量が課題である。リチウムポリマーが重量的には有利だが安全制御回路が負担である。

モータ制御は FET、ソリッドリレーが使われている。モータ駆動は、電圧が単三電池 2 本の 2.7~3.2 V 程度で 3A が必要だが、ちょうどこの使用範囲では、通常のモータ駆動 FET なロス電圧も無視できないため、必要電流が流せないことが多い。このため、FET を並列に使用して電流を確保したり、リレーを使うチームもある。

5 最近の動向

二回の大会と、幾つかの練習試合や勉強会などを経て、ミニ四駆 AI をめぐる様々な課題の解決と、さらなる課題の発掘が進んでいる。

小さな車体での限られた実装であるため、CPU やセンサ系については、その搭載には高度な専門技術が必要とされる。これに対して、有志やメーカーによって、ミニ四駆のサイズにちょうど良いボードが開発されている。

これらのボードを使用することで、電装系の開発から離れて、プログラムに注力することができる。また、ハードウェア技術力の少ないソフトウェア系のチームもアルゴリズムの工夫での勝負ができるなど、参入の障壁が大きく下がることが期待される。

これまでの大会開催によって、各種大学や、高専、一般企業に注目されるようになってきてお

り、徐々に参加が増えている。

6 おわりに

ミニ四駆 AI は、身近なおもちゃを人工知能技術によって賢い機械にしようという試みである。

ミニ四駆を速く走らせるために必要な技術開発は多岐に渡る。このための幅広い研究を加速するため、コンペティション型の研究プロジェクトを選び、参加者を募ったことが、現状までの進展を支えている。

ミニ四駆を走らせるということには、安価であるからゆえの難しさが溢れており、こうした難しさを克服することは、少子高齢化のただ中にある日本にとって重要な技術課題である。

安い身近なものを人工知能で賢くすることで、生活を豊かにする。そのとき必要なのは、巨大科学ではなく、細やかで手の行き届いた匠の技のような知的システムである。安く小さく、微細なものを美しく動かそうという気持ちに日本らしさはないだろうか。

参考文献

- [1] H. Kitano, editor. *RoboCup-97: Robot Soccer World Cup I*. Springer, 1998. ISBN 3-540-64473-3.
- [2] タミヤ公式ガイドブック(編). ミニ四駆超速ガイド 2013. Gakken, 2013.

連絡先

西野順二
電気通信大学 情報・通信工学専攻
nishinojunji@uec.ac.jp