

自律型迷路探索ロボット「マイクロマウス」製作記

京都情報大学院大学 応用情報技術研究科 京都コンピュータ学院 制御通信部(CINCS) 倉田 実功

◆ 1. はじめに

マイクロマウスとは、1977年にIEEE（米国電気電子通信学会）によって提唱された自律型知能ロボットのことであり、マイクロマウスの競技会はマイクロプロセッサで動くロボットの検証実験のイベントとして行われた最も歴史のあるロボット競技会であり、自律制御で未知の迷路を探索してゴールに到達するまでの時間が競われる。

また、日本では1980年から「全日本マイクロマウス大会」が毎年開催されている。私は、京都コンピュータ学院制御通信部(CINCS)として2008年より自律型迷路探索ロボット「マイクロマウス」の製作に取り組んでおり、その中で経験について、特に迷路探索を中心に記述した。

◆ 2. マイクロマウス競技の概要

現在のマイクロマウス競技は、従来からあるクラシック競技と2009年の全日本マイクロマウス大会から正式競技として追加されたハーフマウス競技の2つの種別がある。

マイクロマウス（クラシック）競技は、ロボットが18cm×18cmを1マスとする16×16マスからなる迷路(図1)を、定められた制限時間と走行回数の中で、スタート地点からゴール地点の間を走行して、ゴール地点に到達するまでの時間を競う競技である。迷路について、スタート地点は四隅のいずれかであり、ゴール地点は中央の4マスと定められているが、迷路全体の内容は事前には知らされていない。競技中は、外部からの無線操作や迷路情報の入力は禁止されており、ロボットは自律的に壁を検出して迷路の探索や最短経路走行を行わなければならない。

マイクロマウスの（ハーフサイズ）競技では、クラシック競技の1マスを2分の1に縮小した9cm×9cmを1マスとする32×32マスからなる迷路(図2)で、クラシック競技同様にゴール地点に到達するまでの時間を競う競技である。ただし、ゴール位置は可変で大会前に告知されるという変更はある。

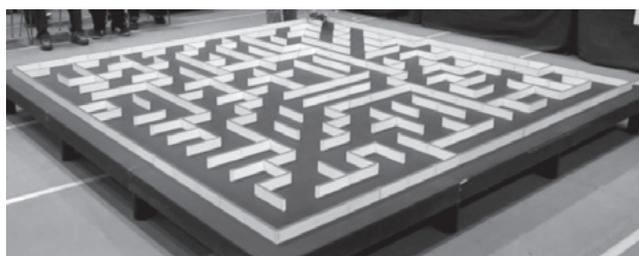


図1 クラシック競技の迷路写真

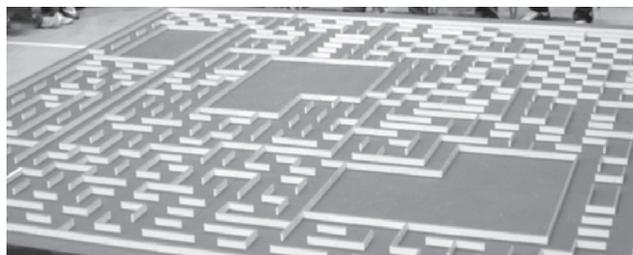


図2 ハーフサイズ競技の迷路写真

◆ 3. 製作したマイクロマウス

マイクロマウスの製作にあたって、最低限必要な機能要件は大きく分けて3つに分けられる。走行・旋回制御と迷路探索機能と最短経路の導出機能である。それらの機能をハードウェア（機構・電子回路）とソフトウェアで実現し、より良くするために創意工夫を凝らして製作していくのである。

制作したマイクロマウス(図3, 図4)では、ステッピングモータやそのモータを駆動させるためのドライブ回路や、壁や機体の状態を取得するための光センサや駆動制御や探索等の計算を行うマイコンや、電池やデバッグ・操作画面用のLCDなどそれらを搭載してタイヤに動力を伝え動作する機体の機構を作った。

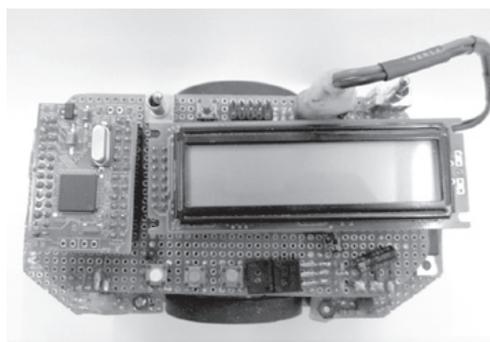


図3 製作したマイクロマウス（真上）

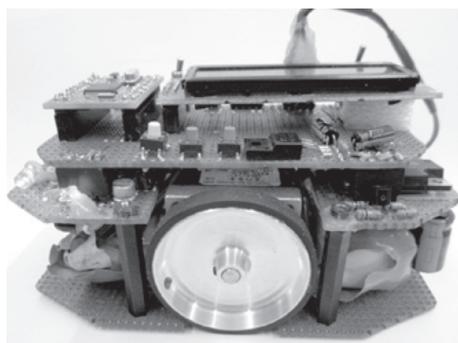


図4 製作したマイクロマウス（横）

◆ 4. 探索アルゴリズム

迷路の探索アルゴリズムは左手法(右手法), 拡張左手法(拡張右手法), 求心法, 足立法などがある。制作したマイクロマウスでは, 足立法を実装したため, 足立法について説明する。足立法とは, 以下のステップで最短経路を求めるアルゴリズムである。ただし, スタート地点をS地点, ゴール地点をG地点と表現する。

- i. 初期値として現在地点をS地点に設定し, 目的地点をG地点に設定する。
- ii. 現在の地点と現在保持している迷路の壁情報を用いて, 現在地点から目的地点までの最短経路を求める。
- iii. iで計算した最短経路に沿って移動し, 走行中に新しく発見された壁によって最短経路を通れない場合iiに戻る。目的地点に到達した場合はivに飛ぶ。
- iv. 最短経路で未探索地点がある場合, 目的地点をS地点ならG地点に, G地点ならS地点に変更してiiに戻る。未探索地点がない場合探索終了する。

このステップによって最短経路を求めることができる。この足立法の主に優れた点は, 最短経路と考えられる地点を移動し続けるために, 迷路をすべて探索せずとも最短経路を求められるところである。マイクロマウス競技では, 制限時間が限られており探索の効率性が求められるため競技に適したアルゴリズムといえる。

◆ 5. 探索アルゴリズムとハードウェア制約

マイクロマウスでは, ハードウェア(機構・電子回路)とソフトウェアで創意工夫が必要である。その一例として, 探索アルゴリズムの足立法を実現するソフトウェアと関係するハードウェア制約について述べる。

足立法の探索アルゴリズムは, 4章で述べた通り探索しながら走行し最短経路を求める。

スムーズに走行しながら探索を行うためには, 常にマスを移動し始める前に次に移動すべきマスが計算し終わっていないといけない。つまり, 1マスの最大移動時間は次に移動すべきマスの計算にかかる最大計算時間を超えないことを保証できればよい。この点で, マイコンが可能な最大計算速度のハードウェア制約が存在している。

今回の制作経験では, 探索の移動速度の向上を行うのであれば安定走行制御アルゴリズムに加え, 探索アルゴリズムの高速化も求められた点が非常に面白い点であった。

◆ 6. まとめ

今回の制作経験を通じて, ハードウェアとソフトウェアは相互依存関係であることがよくわかる。今回, 第5章で探索アル

ゴリズムとハードウェア制約の一例を取り上げたが他にも様々な制約の要素がある。

また, 制約の要素だけではなく, ハードウェア上で実現する処理とソフトウェア上で行う処理にもメリット・デメリットが存在するなど特性がある。ハードウェアを最大限に活かすソフトウェアがあり, ソフトウェアを最大限に活かすハードウェアが存在する。

ハードウェアやソフトウェアを開発する際には, それぞれの要素を多角的に考えることが重要であり, それによって良い開発が行えるのである。

最後に, 大会出場記録である写真(図5, 6, 7)を掲載する。



図5 2010年関西支部復活記念大会
マイクロマウスクラシック競技
競技中写真

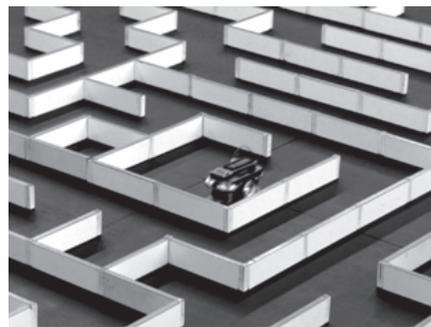


図6 2010年関西支部復活記念大会
マイクロマウスクラシック競技
ゴール到達写真



図7 過去の大会記録

【参考文献・資料】

公益財団法人ニューテクノロジー振興財団 マイクロマウス公式ホームページ「<http://www.ntf.or.jp/mouse/>」

キーワード: マイクロマウス 迷路探索 ロボット 自律型 知能探索アルゴリズム