

## 迷路探索アルゴリズムの評価に関する研究

### An evaluation of the search algorithm in the maze

○菅原和彦\*, 三村宣治\*

○Kazuhiko Sugawara\*, Nobuharu Mimura\*

\*新潟大学大学院自然科学研究科

\*Graduate School of Science and Technology, Niigata University

**キーワード** : 探索アルゴリズム(search algorithm), マイクロマウス競技  
(Micro mouse competition)

**連絡先** : 〒950-2181 新潟県新潟市西区五十嵐 2 の町 8050 新潟大学 大学院 自然科学研究科  
博士前期課程 電気情報工学専攻 三村研究室  
三村宣治, Tel.: (025)262-7476 E-mail: mimura@eng.niigata-u.ac.jp

## 1. はじめに

これまで製造業において多大な貢献をしてきたロボットの活動環境は、工場などといったロボットにとっては既知であり整備されている環境が多かった。しかし近年、ロボットの活動環境は我々のより身近な生活の場へと拡大している。その例として、部屋を自動で巡回してごみを集める「掃除ロボット」や、建物の中において警備・巡回の補助をする「警備ロボット」が挙げられる。このように屋

内において自律移動をしながら仕事を行う「自律移動ロボット」の普及が期待されてきている。

このようなロボットが屋内を探索するためには探索アルゴリズムが必要である。この探索アルゴリズムにはいくつかの種類があるが、現在、探索アルゴリズムの何がどう優れているかを厳格に評価している文献は存在していない。そこで評価基準を作って、その基準をもとにアルゴリズムがどのように優れているかを検討していきたいと考える。

## 2. マイクロマウス競技

探索アルゴリズムを用いている例としてマイクロマウス競技がある。この競技は、ロボットに迷路を通過させて、その知能と速度を競う競技である。ここに出場するロボットをマイクロマウスと呼ぶ。迷路に関する規定として、迷路は  $9\text{cm} \times 9\text{cm}$  の単位区画から構成されていて、全体の大きさは最大  $32 \times 32$  区画とする。また、迷路の始点は、四隅のいずれかにあり、時計回りに出発する。終点の位置や終点領域の大きさについて競技会ごとに定める。そして、各単位区画の四隅にある  $0.6\text{cm} \times 0.6\text{cm}$  の小正方形部分を格子点と呼ぶ。終点領域内を除いたすべての格子点には少なくとも1つの壁が接している。また、迷路全体の外周の壁は全て存在する。競技に関する規定として、マイクロマウスが始点から終点への走行に要した最短の時間をそのマイクロマウスの迷路通過時間記録とする。マイクロマウス競技においては迷路通過時間記録を評価する。

## 3. 探索アルゴリズム

ここで探索アルゴリズムについて説明する。迷路探索に用いられるアルゴリズムには、左手法、拡張左手法、求心法、足立法がある。左手法は、壁に左手をつけて探索していく。マイクロマウス競技では、迷路全体の外周の壁は全て存在するため、ゴールが外周の壁沿いに存在しない場合は無限ループしてしまい、ゴールにたどり着けないという問題が生じる。

拡張左手法は、上記の左手法を改良して未探索の壁を優先して探索していく。しかし、最終的には全面探索をしてゴールを見つけなくてはならないため、効率が悪いという問題が生じる。求心法は、迷路の中心に近づいていく方向を探索していく。このアルゴリズムは方位を見ながら探索するという特徴を持つが、回り道をしてゴールに向かう経路が存在した場合にゴールにたどり着けないという問題が生じる。足立法は、ゴールに近づいていく方向を探索していく。このアルゴリズムは、ゴールとの距離を見ながら探索していき、全面探索をしなくてもゴールにたどり着く1つの可能解を見つけることができるため、最も効率の良いアルゴリズムだと考えられている。しかし、これらは厳格に評価されていないため、本研究では、まずは最も効率が良いと考えられている足立法を用いて評価できるかを実験してみた。

## 4. 実験方法

本研究では始めに足立法のアルゴリズムを作成する。そして迷路の評価方法を決定し、足立法がどれほどの効率のアルゴリズムであるかを検証する。使用する迷路は、Fig.1のように全体の大きさが  $16 \times 16$  区画、始点が迷路の左下、終点が迷路の中央  $2 \times 2$  区画で構成されるものとする。まず、足立法のアルゴリズムとして、始点から終点方向に対角線を引く。そしてこの対角線に近づく方向にロボットを探索させる。この対角線に近づいていくことで、ロボットは終点に近づいて

いく。次に迷路の評価方法は、迷路の分岐点に着目して、各分岐点において正しい方向に進むかを検証する。検証方法として、分岐時に正しい方向に進むかを判断するために、迷路の最短経路を導出し、その最短経路を進んでいく過程で分岐点に遭遇した時に分岐先の区画と対角線との距離を比較して、より対角線に近い区画を進む。また、分岐先の区画と対角線の距離が等しい場合、どちらの区画に進めばよいか判断できないため、探索に失敗する可能性があるとして定義する。このように、迷路全体の分岐に対して誤った方向に進む可能性のある分岐を算出し、足立法で探索した場合にどれだけの分岐で失敗するかを検証する。

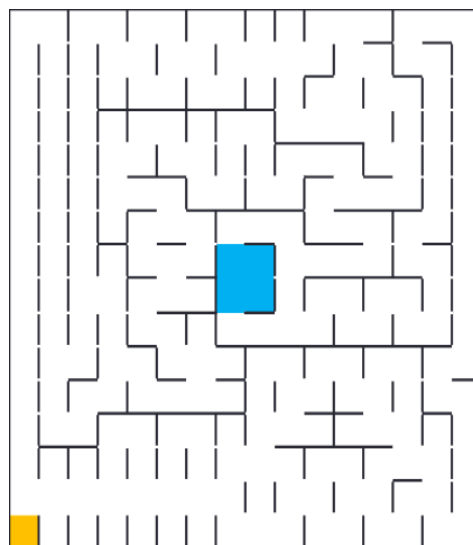


Fig. 1 実験で使用する迷路

本研究では、迷路全体の分岐に対して誤った方向に進む確率を失敗確率として異なる迷路 10 パターンで算出し、その平均をとった。その結果が Table1 である。

Table 1 計算結果

	1	2	3	4	5
失敗確率	$\frac{12}{23}$	$\frac{7}{13}$	$\frac{5}{15}$	$\frac{13}{22}$	$\frac{9}{15}$

## 5. 実験結果

	6	7	8	9	10	平均
失敗確率	$\frac{6}{12}$	$\frac{3}{9}$	$\frac{12}{17}$	$\frac{3}{6}$	$\frac{11}{18}$	45.7%

この 10 パターンにおいて比較すると、失敗確率の平均は 45.7%、最も失敗する確率は 70.6%、最も失敗しない確率は 33.3%となった。そして検討していくうちに、最終的に全面探索をしなければゴールに到達できない迷路を作成することができた(Fig.2)。そのため、始点の位置と終点の位置が分かるという条件だけで既存のアルゴリズムを用いて最短経路を導

くことは不可能であることが分かった。

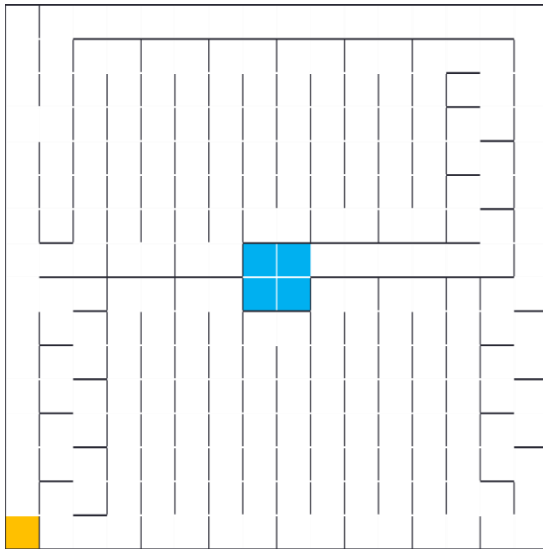


Fig. 2 全面探索が必要な迷路

## 参考文献

- 1) 公益財団法人ニューテクノロジー振興財団, <http://www.ntf.or.jp/mouse/> (2016 アクセス)
- 2) マイクロマウス委員会 関西支部, <http://mmk.rulez.jp/> (2016 アクセス)

## 6. まとめ

この研究から、足立法は効率は良くないが、競技のルールでは5回まで試行可能であり、最短経路の時間のみが考慮され、その経路を導くまでにかかった時間は加算されないため、ルール上では最も優れたアルゴリズムであることが分かった。また、競技ではアルゴリズムの効率を考えるよりも優れたハードを作ることが重要であると考えられる。そして、全面探索をしなければゴールに到達できない迷路が作成できたため、始点と終点の位置だけでなく、迷路に対する他の条件を考える必要がある。