

# 迷路探索において利用される情報と知識の検討

4R-2

小堀 聡 小路口心二

久留米工業大学 電子情報工学科

## 1. はじめに

一般的に、人工知能に関する研究は、人間の知的能力を計算機に与えることを目的としているものが多いが、その一方で、人間の知能のメカニズムを解明することを目的とする、認知科学的な立場の研究も行われている。

問題解決の際の人間の思考過程についての研究が、ゲームやパズルなどに適用されている例は多いが、探索の効率が中心に議論され、実際の人間の複雑な知的機能については、まだ十分に考慮されていない。

そこで、本研究では、人間の問題解決の例として、迷路の探索をとりあげ、その知的機能の分析を行うことを目的としている。

これまでの報告では、迷路の一部のみを被験者に示して探索を行わせるという、実験の方法の提案を行うとともに、探索効率を定義し、それを用いて実験とそのシミュレーションの結果の一部を紹介した。実験の結果からは、探索効率が、迷路の大きさ、軌跡の表示の有無、与えられる壁の情報量に依存することが分かり<sup>1)</sup>、シミュレーションの結果からは、単純なしらみつぶしの探索より、出口の方向を考慮した探索の方が効率が良いが、人間による探索よりは劣ることが分かった<sup>2)</sup>。

今回は、それらの点を踏まえて、新たな実験とシミュレーションを行い、それらの結果を総合して、迷路探索にどのような情報と知識が利用されるかを検討した結果について報告する。

## 2. 実験

実験では、まず、正解の経路が1通りの迷路をあらかじめ作成しておき、それを被験者には、CRT画面上で、ある大きさの円形の穴(ホール)を通して、一部しか見せないようにする。被験者はマウスを使ってそのホールを動かし、見える範囲を移動させながらその迷路を探索する。被験者には、できるだけ効率良く迷路を解くように指示を与える。ただし、ホールの中心が壁を越えるようには、ホールを動かすことはできないものとする(局所的探索)。

迷路全体を一度に表示しないのは、被験者が目で追って解いてしまった場合に、その過程を知ること

ができなくなるからである。

なお、セルとは迷路のます目のことであり、迷路サイズは1辺のセル数により大きさを表し、ホール半径はセルの幅の倍数により半径を示す。大域的探索は、壁に関係なく自由にホールを動かして探索のできるものをいう。

実験は表1のような条件で行ったが、それは以下のような問題点を検討するためである。

- ・条件A (迷路サイズがパラメータ)  
迷路サイズによる難易度の変化を検討。
- ・条件B (探索の軌跡の表示なし)  
探索の軌跡を表示しないことの影響を検討。
- ・条件C (ホール半径がパラメータ)  
壁の情報量の変化の影響を検討。
- ・条件D (探索モードの切り替えあり)  
大域的探索を認め、局所的探索とのモードの切り替えのパターンを検討。

表1 実験の条件

条件	軌跡の表示	パラメータ	モードの切り替え
A	あり	迷路サイズ	なし
B	なし	迷路サイズ	なし
C	あり	ホール半径	なし
D	あり	迷路サイズ	あり

解析方法としては、探索時間や移動セル数の他に、次のような探索効率を用いた。

$$\text{探索効率} = \frac{\text{最短経路のセル数}}{\text{探索経路のセル数}} \times 100\%$$

また、ホールから見える壁や探索の軌跡の情報が、探索にうまく利用されているかどうかを確かめるため、袋小路への探索(誤探索)のセル数と1度調べた所への探索(再探索)のセル数もカウントして、評価に用いることにした。

今回は、10名の男子大学生を被験者に、条件AとBでは、ホール半径を2.5に固定し、迷路サイズを12, 15, 18, 21, 24の5段階に変え、条件Cでは、迷路サイズを18に固定し、ホール半径を1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0の7段階に変え、さらに各パラメータでは、10種類のランダムな迷路での探索の実験を実施した。

これらの実験の結果から、次のことが分かった。

- 1) 迷路サイズが大きくなると、探索効率が悪くなる。
- 2) 探索の軌跡の表示をなくすと、探索効率が悪くなる。また、再探索のセル数も多くなる。
- 3) ホール半径が小さいと、探索効率が悪くなるが、ある程度以上大きくても、探索効率は良くなる。また、誤探索や再探索のセル数も少なくなる。

しかしながら、実験の条件やパラメータの他に、使用した迷路の難易度が、探索効率に大きく影響を与えることも分かった。

### 3. シミュレーション

シミュレーションに関しては、次のような探索の場合について検討した。

#### a) 単純なしらみつぶしの探索

単純に左、まっすぐ、右の順に経路を探索する方法。ただし、実験と対応させ、ホールで見える範囲で袋小路となることが分かった方向を記憶し、そちらには進まない。また、その範囲の大きさ（壁の情報量）をパラメータとして変化させる。この点に関しては、以下の探索でも同様である。

#### b) 出口の方向を考慮した探索

出口の方向が分かっている場合に、現在位置に関わらず、そちらの方向を優先的に探索する方法。

#### c) 現在位置の情報を利用した探索

現在位置によって探索の方策を変えて探索する方法。具体的には、図1のように探索する方向の優先順位を変える。入口付近は、直進方向を優先させ、その他の場所では、出口方向を優先的に探索する。

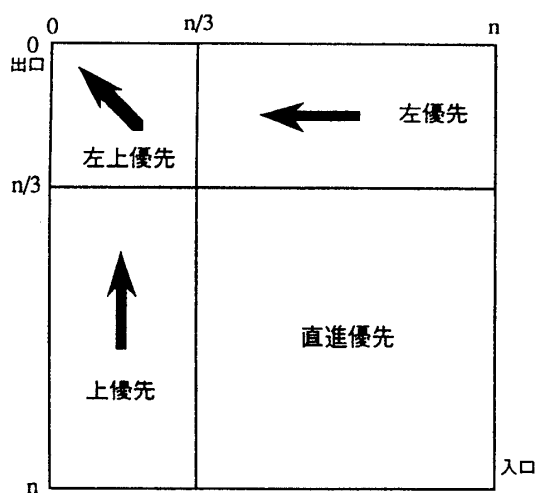


図1 探索の優先順位

#### d) 迷路の外枠の情報を利用した探索

現在位置の情報に加えて、外枠の情報も利用し、外枠に近づいた場合には、枠の方向には進まないよ

うに優先順位を変更する。

#### e) 壁の情報の記憶に制限のある探索

現在位置の情報は利用するが、袋小路の情報をホール半径の範囲までしか記憶しておかないようにして探索を行う。

これらのシミュレーションの結果から、次のことが分かった。

- 1) 壁の情報量が多いほど、探索効率は良くなる。
- 2) 単純なしらみつぶしの探索、出口の方向を考慮した探索、現在位置の情報を利用した探索、の順に探索効率は良くなる。
- 3) 迷路の外枠の情報を加えると、特に迷路サイズが大きい場合に、探索効率は良くなる。
- 4) 壁の情報の記憶を制限すると、探索効率は少し悪くなる。

また、人間による探索の実験とそれに対応する範囲の壁の情報を利用する探索のシミュレーションとを比較すると、現在位置の情報を利用した探索の方が、探索効率が良いことも分かった。

### 4. あとがき

実験の結果からは、迷路の難易度が探索効率に大きく影響することが分かったので、今後は、難易度の均一な迷路での実験を行う必要がある。そのためには、迷路の難易度を評価する方法を確立する必要があるが、それには、現在位置の情報を利用した探索のシミュレーションでの探索効率が利用できるのではないかと検討している。

また、シミュレーションでは、探索できる壁の情報が多いほど、探索効率はよくなるが、実験では、ホール半径がある程度以上大きくても、その情報があまり活用されない場合があることも分かった。そのことは、ホールで見える範囲の袋小路を探索したり、一度探索した所を再び探索したりする場合のセル数を調べることにより確かめることができた。

実験とシミュレーションの結果を総合すると、人間の場合、出口や外枠と現在位置との関係によって探索の方策を変える方が良いことを、経験的な知識として持っていると考えられる。

今後は、以上のような点を、探索の個別のパターンを分析することにより確かめ、さらに、被験者の個性がどのように現れるかについても検討してみたい。また、条件Dにおいて、大域的探索を認めた場合の探索パターンについても解析する予定である。

#### [参考文献]

- 1) 小堀：情報処理学会第42回全国大会講演論文集(2), PP.269-270, 1991.
- 2) 小堀：第35回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, PP.249-250, 1991.