

MAP 型の知識表現による迷路特徴の獲得

謝 孟春[†] 朝野 大志[†] 馬 火玄[†] 長水 壽寛[†] 藤原 正敏[†] 小倉 久和[†]

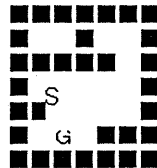
[†]福井工業高等専門学校 [‡]福井大学

1 はじめに

エージェントは迷路探索を行うとき、迷路の特徴を把握することより効率的に探索ができると考えられる。本研究はMAP型の知識表現を用いて迷路の特徴を獲得することを試みる。ここでは、スタートの近傍を表すS-MAPとゴールの近傍を表すG-MAPを定義した。S-MAPとG-MAPを照合させることから、迷路内の構成状況はより正確に表現でき、効率的に探索を進めるのが実験により確かめられた。

2 対象とする迷路

エージェントの探索する迷路は縦・横ともにNマスで、それぞれのマスが通路か壁かを対応する。迷路の一例を図1に示す。Sはスタート、Gはゴール、■は壁、空白は通路を表す。



3 MAP 型の知識表現

MAP型の知識表現はS-MAPとG-MAPの二つの表現形式を用いる。S-MAPとは迷路のスタートを中心とした地図のことで、スタートまたはエージェントの現在位置に関する情報を持つ。G-MAPとは迷路のゴールを中心とした地図のことで、エージェントの現在位置の推論や競合解消戦略や行動決定などを行うとき利用される。

MAP型の知識表現における迷路探索の情報および推論知識は次のようである。

・S-MAPによる迷路探索の知識表現

- 1) 完全未探索点: まったく探索されていないマス
- 2) 壁: すでに通行できないことを確認しているマス
- 3) 通路: すでに通行したマス
- 4) 未探索通路: 通路であることを確認しているが、まだ通行していないマス
- 5) 袋小路: もう二度と通行する必要がない通路

・G-MAPによる推論知識の表現

- 1) ゴールまでかかるコストの推定値
- 2) エージェントの現在地として推論された位置
- 3) 推論されなかったS-MAPとマッチングしたエージェントの現在位置

4 迷路特徴の獲得方法

4. 1 探索のアルゴリズム

迷路の特徴を獲得するために、エージェントは以下のアルゴリズムで探索を行う。

- ・ 周囲4方向は壁か通路かを知覚する。
- ・ 知覚した情報を元にS-MAPを構成する。
- ・ S-MAPとG-MAPとをマッチングして、G-MAP上でのエージェントの現在位置を推論する。
- ・ 推論に成功すれば、その推論の結果に従って行動する。
- ・ 推論に失敗すれば、未探索通路の優先探索を行う。
- ・ 決定した行動に従ってS-MAP上の現在位置を更新する。
- ・ 迷路の構成状況(通路かどうか)に対して決定した行動を実行する。

ここでは、与えられた一つの迷路の特徴を獲得するために、ゴールを固定して、異なるスタートから数回で探索を行う。エージェントは迷路における探索がゴールに辿り着いたら終了する。または、あらかじめ定められた探索歩数に達しても終了する。ゴールに辿り着くことができた場合は、探索の間に得られたS-MAPをG-MAPに書き写す。

4. 2 探索時の知識

エージェントは迷路探索を行うとき、以下のような知識が持たられる。つまり、S-MAPとG-MAPの情報、S-MAP上での現在位置の座標、一步前の行動、一步前に現在位置であると推論した位置の座標、S-MAP上で現在位置の周囲一マス分の通路状況とスタートから行動した回数である。

エージェントが知識を用いて迷路の探索を行うとき、S-MAP上でゴールである可能なマスはどこにあるかを探すために、未探索通路に着目すればよい。未探索通路を優先的に探索するとき、以下のことを考える。

- 1) S-MAP上でエージェントの現在位置に隣接した未探索通路を優先探索する。
- 2) 1)の条件に満足する未探索通路がない場合は、S-MAP上の未探索通路をすべて探し出す。
- 3) S-MAP上に未探索通路がない場合は、その探索を強制的に終了する。ある場合は、その中のエージェントの現在位置から一番近い未探索通路を調べる。
- 4) 壁がなく一番近い未探索通路のある方向に進む。

5) 一番近い未探索通路のある方向に壁がある場合には、ほかの方向の通路をランダムに選んで進む。ここでは、未探索通路を優先的に探索するときに、いくつかの問題がある。その一つはサイクルに陥る行動ということである。つまり、同じ行動を何回も繰り返し、探索が進まなくなることである。これを避けるため、後退の禁止と袋小路の学習を探索アルゴリズムに追加する。

・後退の禁止

退路以外は壁であると袋小路に入った場合のみ後退し、それ以外の場合には後退しないこと。

・袋小路の学習

S-MAP 上でエージェントの現在位置がもう二度と通行する必要がないと判断できる場合には、その位置を袋小路であると S-MAP 上に記憶する。行動決定上では、この袋小路を壁と同等に扱う。

4. 3 現在位置の推論

迷路の特徴を獲得するために、前回までのすべての探索を通して得た G-MAP と、今回の探索中に得た S-MAP という二つの MAP 型の知識を用いる。S-MAP と G-MAP をパターン照合し、エージェントが G-MAP 上のどこにいるのかを推論する。

まず、G-MAP 上で一步前にパターン照合に成功した位置と一步前の行動から候補となる位置を選び出し、その候補それぞれについて S-MAP 上で周囲 8 方向の壁の配置と照合して、競合集合を求める。ただし、完全未探索点から出てきたばかりの候補については、推論の対象から除外する。

次に、G-MAP の通路のすべてについて、コストを計算しておく。そして、競合集合の要素のうちコストが最小の位置を現在位置と仮定し、その位置と隣接した通路のコストを確認して、より小さい方へ進む。

5 実験結果

ここでは、N=10マスの迷路を対象とし、1回目の迷路探索の際の S-MAP の生成過程を図2に示している。図では、◎がエージェントの現在位置で、??が完全未探索点、■が壁、空白が通路、□が未探索通路、●が袋小路をそれぞれ表す。地図の中心(0歩目のエージェントの現在位置)がスタートである。

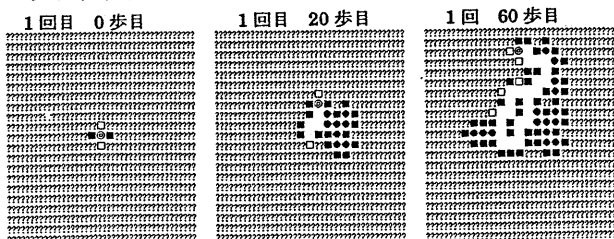


図2 探索際に得られた S-MAP

一回目の探索で得られた S-MAP から迷路の特徴が部分的に把握できた。60歩数の探索を通して、袋小路の

場所はいくつかあることもわかった。得られた S-MAP を G-MAP に写し、これからの探索を行うとき、この二つの MAP 型の知識を用いて、進む方向を決定する。

異なるスタートから二回目の探索を行うとき、エージェントが迷路にいる状況、S-MAP とそれに対応する G-MAP の様子を図3~図5に示す。G-MAP の記号の意味は S-MAP と同じである。ただし、◎はエージェントの現在位置であると推論されている位置、○はパターン照合には成功したが現在位置であると推論されなかった位置である。数値の書かれているところは通路で、書かれている数値はコストである。

図3はスタート時点、図4は6歩目、図5はゴールに辿り着いた時の状況である。G-MAP の知識を利用して、エージェントの現在位置を推論しながら効率的な探索ができるのがわかった。

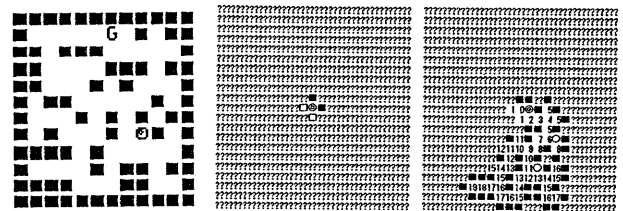


図3 スタート時点(0歩目)の迷路、S-MAP、G-MAP

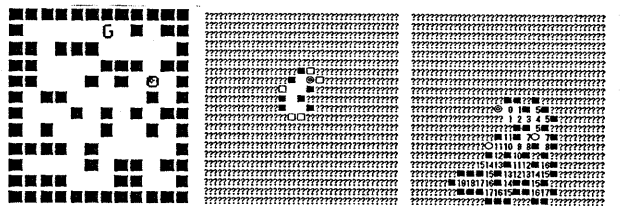


図4 6歩目時の迷路、S-MAP、G-MAP

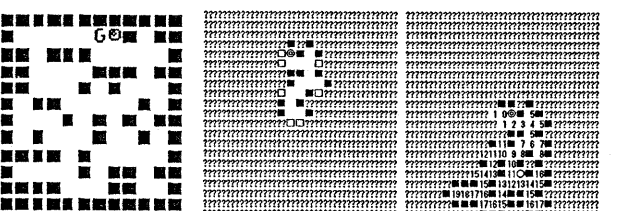


図5 ゴールに着いた時(15歩目)の迷路、S-MAP、G-MAP

6 まとめ

本研究では、迷路の特徴を獲得するために、S-MAP と G-MAP との二つの MAP 型の知識を用いた。その知識の利用方法として、S-MAP を利用する未探索通路の優先探索と G-MAP を利用する現在位置の推論を検討した。今後の課題として、G-MAP の有効的な生成仕方や、G-MAP には仮定した現在位置が誤って、離れた別々の場所を交互に推論し続けるというサイクルを避ける方法などについて検討する必要がある。

参考文献

[1]朝野, 坂本, 謝, “迷路探索に対する知識学習の検討”, 平成 11 年度電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集, p.392(1999)