

画像センシング情報に基づく自律移動ロボットの障害物回避に関する研究 Obstacles Avoidance of the Autonomous Moving Robot by Image Processing

幸喜 奈月† 長山 格‡
Natsuki Koki Itaru Nagayama

1. まえがき

近年の技術革新に伴い、レスキューロボットや道案内ロボットなど、ロボットの実用化を目指した研究開発が多数行われている。特に、自律的に環境の情報を処理して移動するロボットでは障害物の認識と回避機能が重要である。

本研究では、evolution robotics 社が提供するロボット ER-1 を用い、構内における移動タスクに対して、メモリベース推論を用いて、画像センシング情報に基づく自律移動ロボットの効果的な障害物回避実現に関する研究を行う。

2. メモリベース推論

メモリベース推論(MBR:Memory-Based Reasoning)は蓄積データから、類似データを抽出し、結論を導く手法である。蓄積データを抽象化したモデルを予め構築する必要がないため、蓄積データを更新・追加するだけでデータ構造の経年変化に対応できるだけでなく、抽出された類似データを参照することにより、推論の根拠を容易に理解できるという利点がある。同様のアイデアに文献[2][3]による事例ベース推論があり、いくつかの応用の報告がある。

[1]に基づいて、メモリベース推論を説明する。仮に気象条件によって需要が変化するような製品の製造実績データをを用いて、その日の需要量(製造実績)を予測するとする。

2.2 蓄積データ

蓄積データの例を表1に示す。表はある製品の製造実績を表している。

2.3 説明項目と推論項目

メモリベース推論は既に分かっている項目を使って類似データを見つけ出す。このときに使用する項目を説明項目、また推論される項目を推論項目と呼ぶ。表1では、「曜日」、「最低気温」、「最高気温」、「降水確率」、「天気」、「気圧」、「前日製造実績」が説明項目、「製造実績」が推論項目である。

2.4 推論対象データ

予測するデータは、例えば表2のようなデータである。予測するデータの説明項目の値に類似するデータを蓄積したデータから探し出す。類似するデータとは、各説明項目の値から2つのデータ間の距離を算出し、距離が短いデータを類似するデータとする。距離の算出方法については、例えばユークリッド距離などがある。

表1:蓄積データの例

月日	曜日	説明項目						推論項目	
		最低気温	最高気温	降水確率	天気	気圧	前日製造実績	製造実績	
12月1日	火	5	16	30	曇りのち晴れ	1006	2008	3010	
12月2日	水	9	15	20	晴れ	1080	3010	3400	
12月3日	木	10	14	20	晴れ	1016	3400	3550	
12月4日	金	6	14	30	曇り	1009	3550	2750	

表2:類推対象データの例

月日	曜日	最低気温	最高気温	降水確率	天気	気圧	前日製造実績	製造実績
12月5日	土	5	12	40	曇り	998	2750	0

2.5 推論値の計算

推論プロセスの中で、1つの推論対象データに対しいくつかの類似データが見つかる。これらの類似データの製造実績値を用い、推論対象データの製造実績を推論値として算出する。推論値の算出方法にはいくつかの方法があり、例えば類似データを距離で重み付けし、平均値を推論値とする方法がある。[1]

2.6 メモリベース推論を用いた障害物回避

本研究では、メモリベース推論を用いた障害物回避を目的とする。これを ER1 を用いて実現する場合は、実験によって得られた IF-THEN ルールを蓄積データとして記憶しておき、類似データを抽出し結論を導く。予め、あらゆる状況を想定し、蓄積データとして記憶しておくことでより最適な回避が可能となる。この場合の説明項目は、「障害物の位置」、「廊下の広さ」、「障害物の種類(大きさ)」、「自分の位置」などで、「回避方向と進む距離」が推論項目である。基本動作の組み合わせにより、複雑な行動を実現する。

3. ER1 ロボット

実機による実験には、evolution robotics が販売している ER1 というロボットキットを用いている。ER1 は車輪の付いた台に搭載したノートパソコンを“頭脳”として自走するロボットである。ノートパソコンを搭載し付属のロボットコントロールセンターソフトウェア(RCC)を使えば、画像認識機能やインターネット接続機能、音声認識合成などの機能を組み合わせてロボットにさまざまなタスク(作業)をさせることができる。

車輪は前方に左右1個ずつと後方に1個あり、前進・後退・方向転換の動作が可能である。方向転換は前方の左右の車輪を逆回転させることで、機体の中心を軸に回転し方向を変える。また、USB カメラを搭載しており、認識したい物体や風景を ER1 のカメラでキャプチャし、これに名前を付けて登録するだけで ER1 はその物体を識別できるようになる。また、オプションで赤外線センサーの装備が可能であり、本研究では正面向きに1個、左右の外向きにそれぞれ1個ずつ(合計3個)装備している。

† 琉球大学大学院理工学研究科情報工学専攻

‡ 琉球大学工学部情報工学科

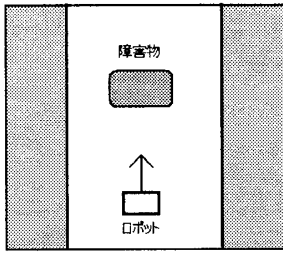


図1: 実験空間

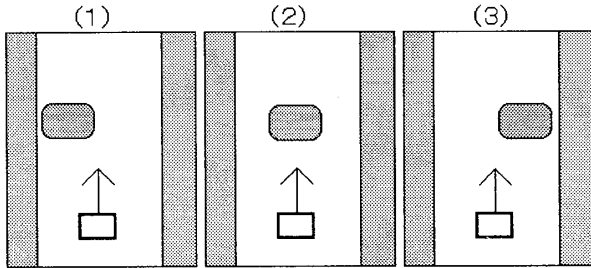


図2: 障害物との位置関係

これらのセンサーは、感度の閾値を 0~100%の範囲で設定することができる。

4. ER1による障害物回避の実験

4.1 実験方法

本研究では、ロボットが障害物を回避する基本動作の実験を ER1 を用いて行った。ER1 への命令には、付属のロボットコントロールセンターソフトウェア (RCC) を用い、IF-THEN ルールによる命令で障害物を回避させる。実験空間は、図 1 のように廊下に障害物を置き、ER1 を廊下の真ん中を走らせるといった方法をとる。障害物の位置は、図 2 の 3 パターン (左・真ん中・右) を考え、それぞれの場合におけるより最適な命令を決定する。

4.2 実験結果

ER1 が障害物を回避するときの基本となる手順は、以下のようになる。

1. 障害物の位置確認 (赤外線センサー)
2. 方向転換と前進で回避

4.2.1 障害物の位置確認 (赤外線センサー)

左向きの赤外線センサーに反応があれば障害物の位置は左 (①), ということになるのでこの場合の回避方向は右ということになる。他のパターンの場合も同様に考えて、IF-THEN ルールによる命令を決定すると以下のようになる。

- ```
IF 障害物の位置=① THEN 右へ回避
IF 障害物の位置=② THEN 右または左へ回避
IF 障害物の位置=③ THEN 左へ回避
```

##### 4.2.2 方向転換と前進で回避

回避の具体的な動作は、以下のようになっている。

1. 右または左へ方向転換 (90度)
2. 前進 (障害物の横の長さに比例)
3. 1とは逆へ方向転換 (90度)
4. 前進 (障害物の縦の長さに比例)
5. 1の方向へ方向転換 (90度)
6. 前進 (2と同じ距離)

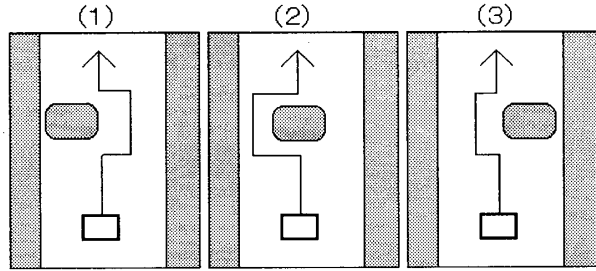


図3: 3パターンの障害物回避動作の例



図4: 障害物回避

USB カメラにより予め障害物をキャプチャしておけば、障害物の大きさも判断できるので、前述の 2, 4, 6 で前進する距離も指定することができる。

また、前述したように ER1 では赤外線センサーの閾値を変えることができる。赤外線センサーを鈍感 (80%など) にすることにより、障害物を発見したときの ER1 との距離が近くなり、より障害物に密着した回避が可能となる。これは、狭い廊下での回避で有効となる。センサーの感度によって、実験空間に対する探知能力が変化するため、周囲空間に合わせたセンシングが可能である。

#### 5. 今後の課題

今研究では、メモリベース推論とセンシング情報に基づくロボットの障害物回避行動の実現を試みる。メモリベース推論と基本行動パターンの組み合わせにより、未知環境での適切な行動を実現することが目標である。今後の課題は、開発ライブラリとして Python-SDK を用いて、自律動作プログラムを開発し実装すること、および未知環境での障害物回避を実証することである。また、周囲環境が変動する状況下での自律的学習と回避行動の実現を図る。

#### 6. 参考文献

- [1] 日立製作所ソフトウェア事業部, “メモリベース推論アルゴリズム (MBR)” <http://www.hitachi.co.jp/Prod/comp/soft1/datafront/support/dow/n/pdf/mbr.pdf>, 2004/07.
- [2] 小林重信, “事例ベース推論の現状と展望”, 1992.
- [3] 服部雅一, 田中利一, 末田直道, “事例ベース推論による機会設計”, 1992.
- [4] “特集 月・惑星探査自律走行車「ローバ」”, J.IEE Japan, Vol.120, NO.12, 電学誌, 2000.