

# ロボットにおける動きの知識化

## —データ空間の自動分割の実現—

室蘭工業大学 情報工学科 4年 認知ロボティクス研究室 北山直樹

### 1.はじめに

ロボットが一般に普及するにあたって課題となることの一つとして、ロボットの扱いやすさが挙げられる。ロボットの扱いやすさについては、安全性や親しみやすさ、メンテナンスのしやすさなどの面では研究が進められてきたが、人による操作などでロボットを動かすためには、現在はまだロボットを「操作する技術」や「動かし方に関する知識」[1]が必要となる。そこで、複雑な知識を必要とせず、ロボットを動かす手段が求められている。次章では、このことに関する従来研究のひとつ、「ロボットの動きに関する新しい表現」[2]について説明する。

### 2.先行研究についての説明

#### 2.1 概要

先行研究として、「ロボットの動きに関する新しい表現」[2]という研究について説明する。この研究は、ロボットを動かすことの中でも特に、ロボットの動きの設計に着目した研究である。この研究では、ロボットの動きを、頻度空間という概念を用いて動きの知識として蓄積し、利用する。この知識は図1のように、「知識化部」と「動作部」の二層で構成されたシステムによって利用される。

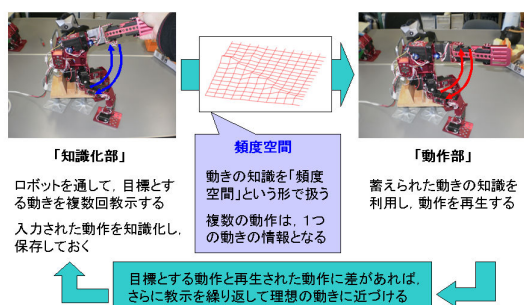


図1 システム利用の流れ

#### 2.2 頻度空間

頻度空間とは、動きの知識を表現する図2のような空間である。頻度空間は碁盤の目上に分割され、動きの知識はその目の中に離散的に記録される。分割された目の一つ一つをセルと呼び、そこに記録される情

報を選択頻度と呼ぶ。選択頻度とは、状態がどれだけ目標とする動きに近いかを示す値である。目標とする動きに近いセルほど、高い選択頻度が与えられている。

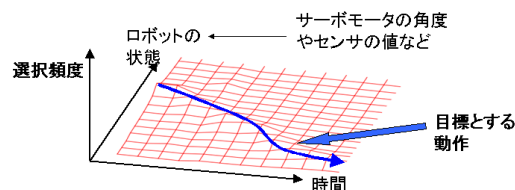


図2 頻度空間の概要

### 2.3 問題点

頻度空間を目の細かいセルで区切ると、一空間あたりのデータ量が膨大になる。頻度空間を目の荒いセルで区切ると、動作の再現性が低下する。「頻度空間のデータ量」と「動作の再現性」はトレードオフの関係にある。図3にセルの数とロボットの動作の関係を示す。

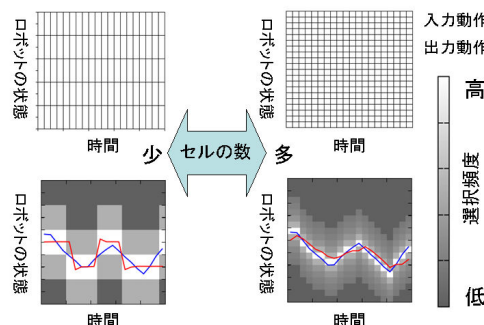


図3 頻度空間のトレードオフ関係

### 3.研究目標

「データ空間の自動分割」を実現する。これにより「頻度空間のデータ量」と「動作の再現性」のトレードオフを解決する。

#### 3.1 分割頻度空間の提案

はじめにセル分割数の少ない頻度空間を用意する。動作を頻度空間に何度も教示するうちに、頻度空間に選択頻度が高い部分と低い部分が現れるので、高い頻度空間を持つセルを複数のセルに分割する。これを繰り返すことで、頻度空間の選択頻度の高い部分は目の細かいセル、選択頻度の低い部分は目の粗いセルで表され、頻度空間が極力少ないデータ量で効率よく表現される。

分割頻度空間のセルが分割されていく様子を図4に示す。

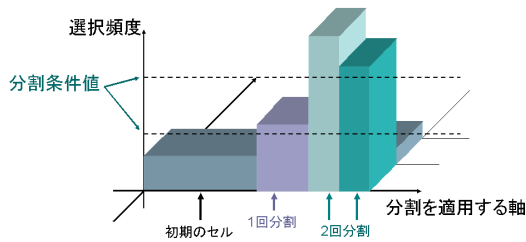


図4 セル分割のイメージ

### 3.2 セル分割の方法

頻度空間のセル分割は、分割頻度空間に動作が1回教示される毎に行う。各セルの選択頻度が分割条件値を超えたとき、セルを分割し複数のセルとする。分割条件値の決定方法を図5に示す。

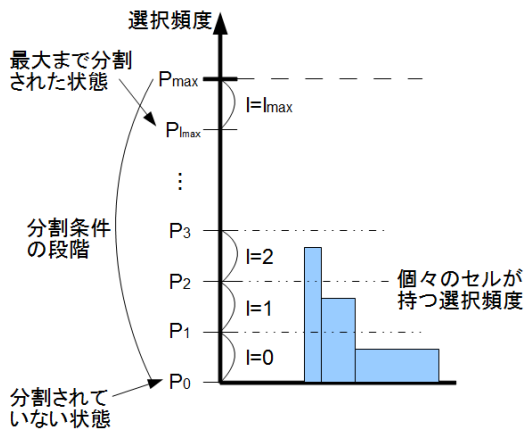


図5 セル分割条件の決定方法

## 4. 実験

本研究で提案した分割頻度空間という表現方法により、「頻度空間のデータ量」と「動作の再現性」のトレードオフを解決することができていることを確認する。

### 4.1 実験概要

分割頻度空間と従来の頻度空間に同じ動作を入力し、結果を比較することによって分割頻度空間が上記のトレードオフを解決していることを確認する。比較する頻度空間は、ある分割頻度空間と、その分割頻度空間の最小サイズのセルと同じサイズのセルで構成された従来の頻度空間である。

### 4.2 実験結果

分割頻度空間は動作の再現は最小セルのサ

イズが同じ頻度空間よりやや高く、データ量は最小セルのサイズが同じ頻度空間の約3分の2であった。

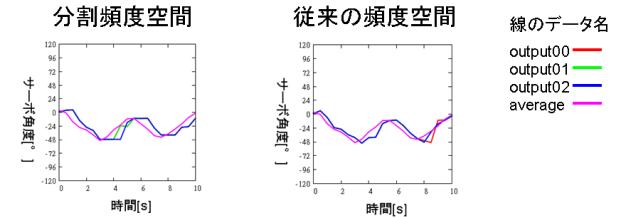


図6 出力動作の比較

	分割頻度空間	従来の頻度空間
頻度空間の構成		
セルの数	208個	640個
1セルが持つデータ	選択頻度 セルのサイズ	選択頻度
頻度空間全体が持つ数値データの個数	$208 \times 2 = 416$ 個	$640 \times 1 = 640$ 個

図7 データ量の比較

## 4.3 考察

4.2の結果より、分割頻度空間はデータ効率と動作の再現性のバランスが、従来の頻度空間に比べ改善されている。よって本研究で提案した分割頻度空間は、「頻度空間のデータ量」と「動作の再現性」のトレードオフの解決を実現しているということを示すことができたといえる。

## 5. おわりに

本研究では分割頻度空間によって、「頻度空間のデータ量」と「動作の再現性」のトレードオフを解決した。今後の課題としては、分割頻度空間の多次元への対応や、セルの最小サイズの自動最適化などが挙げられる。

### 参考文献

[1]山北昌毅：“ロボット制御理論概論”，日本ロボット学会誌 Vol.27 No.4, pp.370～374, 2009  
 [2]幾世橋将文：“ロボットの動きに関する新しい表現方法”，室蘭工業大学卒業研究, 2007