

運動の定性的な記述から対象物の正確な位置と方向を求める方法

1H-6

岩間憲三 大久保誠 亀井朗 岳五一
京都高度技術研究所

1 はじめに

ロボットのプログラム作成方法としてのティーチングは、限界があることが指摘されてきた。限界を突破するためには、プログラマがロボットの動作を記述しなくてはならない。しかし、ロボットのプログラミングは、対象物の正確な位置を与えるために、大変やっかいでありまた時間を要する。プログラマをこの労力から開放するための試みがいろいろ行われてきた。プログラミングとティーチングとを組み合わせる方法[1]、CADティーチングを実施する方法[3]、幾何学データと初期状態と最終状態での位置のデータとから自動的に対象物の移動する位置データを生成する方法[4]等である。

我々は、ロボット・プログラミングを容易にするための新しい方法を提案する。この方法は、対象世界の幾何学データと、プログラマによる定性的な運動シーケンスとから、ロボットの運動の位置と方向のデータを生成する。運動を定性的に記述するための方法については、[2]に述べてある。

2 正確な位置のシーケンスを求める方法

我々の提案する方法は、三つのアルゴリズムから成り立つ。一つのアルゴリズムは、記述された位置のシーケンスから、次のアルゴリズムが使う位置を選択する。二つ目のアルゴリズムは、選ばれた位置の近傍で、面と面が接する正確な位置と、対象物の方向を求める。ここで、対象物とはロボットが把持して動かす対象となる物である。三つ目のアルゴリズムは、正確な位置の間での位置と対象物の方向を求めるために、二つ目のアルゴリズムが求めた正確な位置の間をインターポーレートする。

第一のアルゴリズムのアウトラインは、次の通り。

- 1 対象物が接する予定の物の面上での運動の方向を一定の距離をおいた各点で求める
- 2 対象物の接する予定の面上での運動の方向を一定の距離をおいた各点で求める

/* ここで、1 と 2 で求めた点が複数の場合には、*/
/* 点の総数がほぼ同じになるようにする */

3 場合わけ

3.1 一箇所て接する予定の場合

- 3.1.1 2 で求めた点が複数ある場合
 - 1 で求めた点における放線方向と 2 で求めた点における放線方向とがおおよそ同じである点のペアをつくる
- 3.1.2 2 で求めた点が単数の場合
 - 1 で求めた各点と 2 で求めた点とをペアにする

3.2 複数箇所て接する予定の場合

- 3.2.1 一つの箇所て接する予定の場合と同じように、対象物とそれと接する予定の物との位置のペアをつくる
- 3.2.2 対象物が接する予定の物の面上で、接する予定位置のシーケンスが、複数個ある場合
 - 複数個のシーケンスをつなぐ方向が運動の方向と垂直になるようにペアのセットをつくる

A Method of Computing a Sequence of Precise Positions and Orientaitons
of an Object from a Qualitative Description of Movement

Kenzo IWAMA, Makoto OHKUBO, Akira KAMEI, and Wuyi YUE
ASTEM RI

- 3.2.3 対象物の面上で接する予定位置のシーケンスが一つあり、対象物の接する予定の物の面上に接する予定位置のシーケンスが一つある場合

それぞれのシーケンス上のペアをセットにする

第二のアルゴリズムのアウトラインは、次の通り。

- ```

1 for each 位置のペア
 1.1 対象物の方向を決める
 1.2 loop
 1.2.1 対象物とそれが接する物との接触関係を求める
 1.2.2 接触関係に基づいて対象物を平行移動または回転する
 until 対象物がそれと接する予定の物と接する
 /* 接線(点)の正確な位置を求めた */
 1.3 対象物の正確な方向を求める

1.1 に於ける場合わけ
 1.1.1 一箇所接する場合
 1.1.1.1 その位置に於ける運動の方向に対象物の一つの方向を合わせる
 1.1.1.2 その位置に於ける運動の方向と垂直な接線の方向に対象物の一つの方向を合わせる
 1.1.2 二箇所接する場合
 セット内の位置に於ける運動の方向に対象物の一つの方向を合わせる
 1.1.3 三箇所以上で接する場合
 対象物の接する予定の物の三箇所の位置によって決まる面の方向と、対象物の三箇所の位置によって決まる面の方向を合わせる

```

1.2.1 で求める接触関係は、次のステップ 1.2.2 のために求める。この接触関係は、単に対象物とそれが接する予定の物とが接するか否かに関するのみでなく、対象物を把持する位置と接する予定の位置との関係も含む。その理由は、対象物を平行移動するか回転するかを決める必要があるためである。一箇所接する予定の場合には、接する状態でなければ、常に平行移動する。複数箇所接する予定の場合には把持する位置との関係で平行移動するか回転するかを決める。

第三のアルゴリズムについての説明は省略する。

### 3 議論

ここで述べた方法は、実用的に必要なたいていの場合に正確な運動の位置を求めることができる。しかし、全ての場合を網羅していない。如何なる場合がふくまれていないかを正確に求めることが必要であり、それが今後の課題である。

### 参考文献

- [1] Gini, G. C. and Gini, M. L. (1985). Dealing with World-Model-Based Programs. ACM Tr. Programming Languages and Systems, 7, 334-347.
- [2] Iwama, K. (1989). 運動記述言語の特徴. ASTEM-RI テクニカル・メモ 89-001
- [3] Pickett, M. S., Tilove, R. B., and Shapiro, V. (1983). Roboteach: An Off-line Robot Programming System based on GM Solid. GMR-4465, General Motors Research Lab., Warren, Mich.
- [4] Popplestone, R. J., Ambler, A. P., and Bellos, I. (1978). PART, A Language for Describing Assemblies. Industrial Robot, 5, 131-137.