

入学年度 平成 15 年度	学生番号 15117717	氏名 橋本 圭太
卒業研究題目 軸の名前の知識を持たない自律分散ロボット群による形状形成アルゴリズム		和田・犬塚 研究室

1. はじめに

近年、自律性を持つ複数のロボット群が協調的に動作することにより全体でひとつの目的を達成する自律分散ロボット群の研究が盛んにおこなわれている。このような自律分散ロボット群は耐故障性、柔軟性に優れていることから、深海、宇宙などの環境における作業に適している。

本研究では、非同期式の自律分散ロボット群による形状形成問題を取り扱う。これまでどのような条件を与えれば形状形成問題が解けるのか研究されてきた。本研究では既存の研究結果よりも厳しい条件での形状形成問題について考察する。

2. 形状形成

形状形成問題とは、初期状態として任意の位置に配置されたロボット群が、ある形状 P を形成する問題である。ロボット群が形状 P を形成しているとは、各ロボットの座標系におけるロボット群の配置が、P を平行移動、回転、反転、拡大縮小したものとも一致することをいう。

3. モデル

本研究で扱うロボットのモデルを以下に示す。

- ロボット群は非同期で動作する。
- ロボット群は共通の座標系を持たない。
- ロボット群は通信機能を持たない。
- ロボットは外見で区別することはできない。
- ロボットは体積を持たない点として扱われる。
- ロボットは、待機、観測、計算、移動の4つの動作を1サイクルとして、そのサイクルを繰り返す。
- ロボットは過去のサイクルにおける情報（観測結果、計算結果など）を記憶しておくことはできない。
- すべてのロボットは、同一のアルゴリズムを実行する。

4. 既存研究と本研究の目的

ロボット群の座標系が以下に示す場合について、[1]、[2]、[3]の形状形成の研究結果を表1に示す。

表1. 既存の形状形成の研究結果

共通知識	奇数台のロボット群での形状形成	図
両軸の方向の一致	可能(偶数台でも可能)	図1(a)
片軸の方向の一致	可能	図1(b)
軸の名前の一致	可能	図1(c)
一致していない	不可能	図1(d)

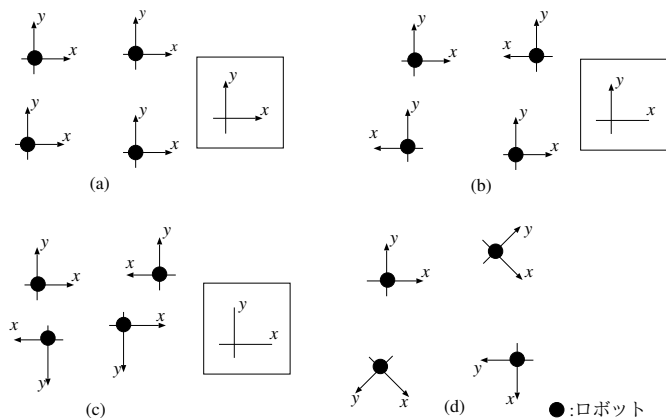


図1: ロボット群の座標系の一致

軸の名前が一致している場合で形状形成が可能であることがわかっているが、さらに厳しい場合で形状形成ができないのかという問題がある。

そこで本論文では、軸の名前すら一致していない場合(軸の直交系のみ一致している場合)について考察する(図2)。

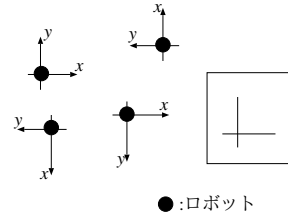


図2: 軸の直交系のみ一致

5. アルゴリズム

軸の直交系のみ一致している場合の形状形成アルゴリズムは、次のように二つのステップa.b.で構成される。

a. 軸の名前を一致させるアルゴリズム

ロボット群に対し、水平方向の中央のロボットを通る垂直線 W_m と、 W_m から最も離れた垂直接線 W_{00} を定める。また垂直方向に関して、中央のロボットを通る水平線 I_m と、 I_m から最も離れた水平接線 I_0 を定める。 $W_{00}W_m > I_0I_m$ の場合、自身の x 軸と y 軸を入れ換えることによって、軸の名前がすべてのロボットで一致する。ただし、 $W_{00}W_m = I_0I_m$ の場合を取り除くよう制限する(図3)。

b. 形状形成アルゴリズム

I_0 とは別のもう一つの水平接線を I'_0 と定め、 I_0 から I'_0 の方向を y 軸の正の方向とする。二つの垂直接線上で最も上にあるのを r'_y とし、 r'_y のいる方の垂直接線を W'_0 、もう一方を W_0 と定める。 W_0 から W'_0 の方向を x 軸の正の方向とする。入力形状に関して水平接線 H_0, H'_0 と垂直接線 V_0, V'_0 を同様に定める。 H'_0, V_0, V'_0 が I'_0, W_0, W'_0 と一致するように P を変換することで目的地 F を定める。軸の正の方向や F、さらに a. での軸の名前を維持するために、 I_0 の基準となる垂直優先辞書式順序で最初の点 r_y を下に移動させる。また、 r'_y も上に移動する(図4)。その後の基準が維持されている状態で、この二つのロボット以外のロボットが F に移動し、最後にこの二つのロボットも F に移動することで形状を形成する。

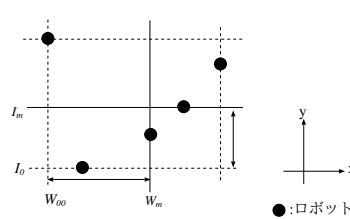


図3. 軸の入れ換え

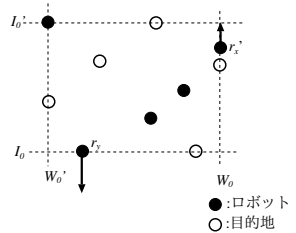


図4. 基準の維持の移動

6. おわりに

今回の研究では、軸の直交系の共通知識を与えた奇数台の初期配置に制限があるロボット群による、任意の形状の形成問題を解く決定性アルゴリズムを提案、証明した。

今後の課題としては、初期配置の制限を取り除くことが挙げられる。

参考文献

[1] G. Prencipe. Distributed Coordination of a Set of Autonomous Mobile Robots. PhD thesis, Università di Pisa, 2002.
 [2] 糟谷 政夫, 伊藤 暢浩, 片山 喜章, 犬塚 信博, 和田 幸一, 片軸方向の共通知識をもつ自律分散ロボット群に対する形状形成アルゴリズム, 電子情報通信学会論文誌 (D-I), vol.J87-D-I, No.7, pp.747-757, July 2004
 [3] 山中 信岳, 伊藤 暢浩, 片山 喜章, 犬塚 信博, 和田 幸一, 軸の方向に関する共通知識をもたない自律分散ロボット群に対する形状形成アルゴリズム, 電子情報通信学会論文誌 (D-I), vol.J88-D-I, No.4, pp.739-750, April 2005