

入学年度	平成 11 年	学生番号	11117644	氏名	糟谷 政夫
卒業研究題目	自律分散ロボット群による形状形成問題			和田 研究室	

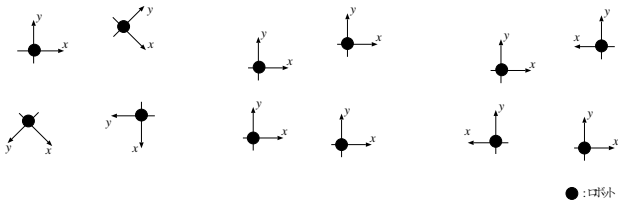
1. はじめに

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。形状形成問題はロボット群がさまざまな作業をするうえでの準備段階の問題であると考えることができる（例：作業に適した配置をつくる、特定の位置に配置されたロボットに役割を与えるなど）。

[1]において、ロボット群に与える座標系に関する共通知識の程度によって、任意の形状の形成問題を解く決定性アルゴリズムの有無が議論されている。

1. 共通知識を何も与えない場合（図 1 (a)）には、アルゴリズムが存在しないことが証明されている。
2. 両軸の方向の共通知識を与えた場合（図 1 (b)）には、アルゴリズムが提案、証明されている。
3. 片軸の方向の共通知識を与えた場合（図 1 (c)）には、偶数台のロボット群では、アルゴリズムが存在しないことが証明されている。奇数台のロボット群では、ロボットの動作に新たな仮定を加えたうえでのアルゴリズムが提案、証明されている。



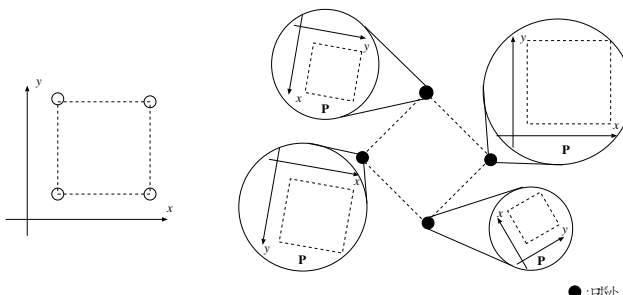
(a) 知識なし (b) 両軸の方向 (c) 片軸の方向
図 1: ロボット群に与える座標系に関する共通知識

3 の奇数台の場合における仮定とは、ロボットがある微小距離 δ を移動するとき、移動中に他のロボットに観測されることはないというものである。これは、 δ の距離の移動が瞬間的におこなわれることとほぼ同義であり、ロボット群の非同期性に制約を加えるものである。

本研究では、3 の場合について、この仮定を必要としないアルゴリズムを提案、証明する。

2. 形状形成問題

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一致することをいう（図 2）。



入力形状 P ロボットによる P の見え方
図 2: 形状 P を形成したロボット群

3. ロボットのモデル

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。すべてのロボットの座標系は y 軸の方向が一致している。
- 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. アルゴリズムの概要

ロボットにより P の実平面における見え方が異なるので、すべてのロボットにとって実平面上で同じ位置となる F を求める。 F はある 2 台のロボットを基準として P を平行移動、左右反転、拡大縮小したものである（図 3）

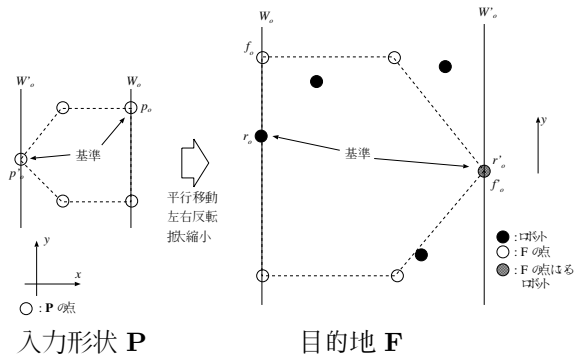


図 3: 最終目的地 F の計算

F を正しく求めるためには、基準を x 軸の方向にかかわらず決めることができなくてはならない。決められない配置の場合には図 4 のようにロボットが動き、配置を変える。

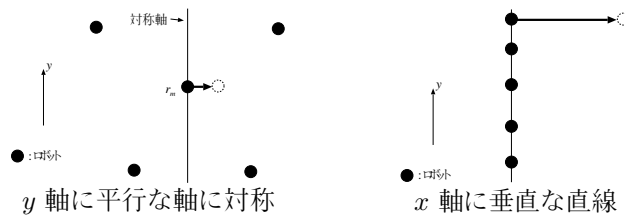


図 4: 基準を決められない配置における動作

F を正しく求めることができたなら、あとは基準を変化させないようにしてロボットが F の点へと移動する。このとき、複数のロボットが同じ点に移動することのないように各ロボットの目的地をきめる。すべてのロボットが F の点に到達したとき、ロボットは形状 P を形成している。

5. おわりに

今回の研究では、片軸の方向の共通知識を与えた奇数台のロボット群による、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、今回とは異なる共通知識を与えたロボット群について、アルゴリズムの存在を示す、もしくは存在しないことを証明することが挙げられる。

参考文献

[1] G. Prencipe. Distributed Coordination of a Set of Autonomous Mobile Robots. PhD thesis, Università di Pisa, 2002.