平成 15 年度　　卒業論文概要		
入学年度　平成 12 年度	学生番号　12117613	氏名　今津 裕之
卒業研究題目　自律分散ロボット群による一点集合問題		和田・犬塚　研究室

1. はじめに

近年，自律分散ロボット群の研究が盛んにおこなわれている．自律分散ロボット群とは，複数のロボットがそれぞれ自律的かつ協調的に動作することによって，ロボット群全体として目的を達成するシステムである．自律分散ロボット群は耐故障性・柔軟性において優れ，人間などが直接管理する必要がないため，宇宙などでの利用が期待されている．

本研究では，文献 [1] で提案された，それぞれのロボットが完全に非同期で動作するロボットモデルを用いたときの，一点集合問題について考える．

文献 [1] で，ロボットの観測可能な範囲に制限がある場合でも，一点集合問題を解くことができるアルゴリズムが提案されている．しかし，すべてのロボットが持つ $x-y$ 直交座標系において，x, y 軸の傾き，正負の向き，単位距離が一致しているときに一点集合が可能であり，これはロボットの持つ座標系についての制限が多い．そこで，本研究では，単位長さを共通に持たなくても，すべてのロボットの座標系で x, y 軸の傾きと正負の向きが一致しているだけで，一点集合問題を解くことができるように，文献 [1] のアルゴリズムに改良を加えたアルゴリズムを提案する．

2. ロボットモデル

本研究であつかうロボットモデルの概要を以下に示す．

- すべてのロボットは非同期で動作をおこなう．
- ロボットは待機，観測，計算，移動を一回ずつ順番におこない (これをサイクルという)，それを繰り返す．
- ロボットは２次元平面を自由に移動できる．
- ロボットはほかのロボットを外見から区別することはできない．
- ロボットの観測可能な範囲には制限があり，ロボットを中心とした半径 V の円の境界線も含む内部だけを観測可能であるとする．また，観測可能な範囲はすべてのロボットで一致しているとする．
- ロボットは過去のサイクルにおける情報を記憶しておくことができない．
- ロボットは体積を持たない点として扱うことができる．
- ロボットは通信能力を持っていない．
- すべてのロボットは同じアルゴリズムを実行する．
- ロボットが計算で用いる $x-y$ 直交座標系については，すべてのロボットで共通の座標系を持たず，それぞれが独自の座標系を持つ．ただし，すべてのロボットの座標系において，x, y 軸の傾き，正負の向きは一致している．

3. 一点集合問題

一点集合問題とは，任意の位置に配置されたロボット群があらかじめ決められていない一点に集合する問題である．

ただし，本研究であつかうロボットは観測可能な範囲に制限があるので，一点集合できるロボットの配置が制限される．

観測可能な範囲にもとづくグラフ $G = (N, E)$: 点集合 N をロボットの集合とし，辺集合 E を $\forall r_i, r_j \in N$ において，$dist(r_i, r_j) \leq V \Leftrightarrow (r_i, r_j) \in E$ とする．($dist(r_i, r_j)$ はロボット r_i と r_j の直線距離を表す．)

グラフ G が連結でなければ一点集合問題は決定的に解くことができない．したがって，ロボットの初期配置のグラフ G は連結であると仮定し，一点集合をする間，グラフ G の連結性を維持する必要がある．

4. アルゴリズムの概要

アルゴリズムの概要を以下に示す (図１).

- もしロボット r が r の左側または r の真上にいるロボットを観測したなら，r は動かない．
- もし r が r の真下にいるロボットだけを観測したなら，r は最も近い真下のロボットに向かって移動する．
- もし r が r の右側だけにロボットを観測したなら，r は水平距離で最も近いロボットがいる垂直線に向かって水平に移動する．
- もし r が r の真下と右側の両方にロボットを観測したなら，r は右斜め下の点に向かって移動する．

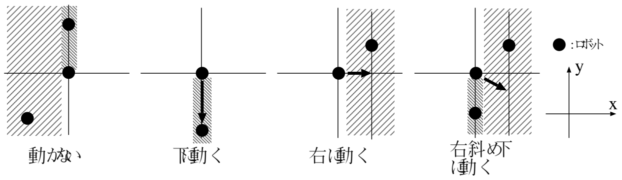

図１：アルゴリズム

文献 [1] で提案されているアルゴリズムは，ロボットが真下と右側の両方にロボットを観測した場合，半径 V の円を用いて目的地の計算をおこなう (図２). すなわち，すべてのロボットに長さ V を与える必要があり，すべてのロボットが V を基準とした単位長さを共通に持つ．改良したアルゴリズムでは，観測したロボットの中で最も遠いロボットとの距離を求め，それを半径とした円を用いて目的地を計算するように変更した．この変更により，ロボットに長さ V を与えなくても，アルゴリズムを実行できるようになった．

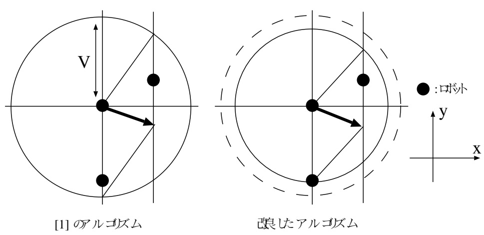

図２：アルゴリズムの変更点

5. おわりに

本研究によって，文献 [1] のアルゴリズムを改良することで，単位長さである V を共通に持っていなくても，すべてのロボットの座標系で x, y 軸の傾きと正負の向きが一致しているだけで，一点集合問題を解くことができることを示せた．つまり，一点集合が可能なロボットの座標系についての制限を減らすことができた．

今後の研究課題としては，x, y 軸の傾きと正負の向きの一致以外に，ほかのどんな能力をロボットに持たせれば一点集合が可能であるか，また，ロボットの観測可能な範囲がそれぞれのロボットで異なる場合は一点集合可能であるか，などがあげられる．

参考文献

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