

Title	Decentralized Fault-tolerant Flocking Algorithms for a Group of Autonomous Mobile Robots
Author(s)	楊, 燕
Citation	
Issue Date	2009-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/7999
Rights	
Description	Supervisor:Xavier Defago, 情報科学研究科, 博士

概要

近年、ロボットに関する研究が、他惑星や火災等の人が活動する事が困難な場所で活動するためのロボットアプリケーション等が進歩を続けている。人が活動できない場所では、複数のロボットを離礁する様なアプリケーションが重要となる。しかし、人の活動が困難となる場所を対象としたアプリケーションに置いて、ソフトウェアやハードウェアの故障を完全に考慮する事は、困難である。従って、故障からの回復に関する問題点は更に重要となる。おそらく、マルチロボットシステムの観点から、その様な研究は非常に少ない。

マルチロボットの座標アプリケーションの一つの問題点である、フロッキングは、たくさんアプリケーションが提案されている。多くの研究では、複数のロボットが方形をフォーメーションを守ったままある地点から他の地点に移動したり、未知の環境に移動したりする。フロッキングにおいて、モバイルロボットグループのフォーメーションは望むパターンで、フォーメーションを管理しながらお互いに移動する。最も困難な点は、故障したロボットと、一定期間動かずに待機状態になっているロボットをどのように区別するのかという点である。もう1点は、ロボットのグループを作り、分散的に環境で共同して幾何学的な形を維持して移動する点である。以上の点を解決するために、我々は、モバイルロボットが故障したとしても、効果的なフロッキングを可能とする事を目的とする。目的の為に、我々は、グループモバイルロボット向けの分散幾何合意問題を解決した。

まず、我々は非同期モデルにおけるフォールトトレラントフロッキングを提案した。我々のアルゴリズムは、故障したロボットの衝突がフォーメーションの永続的な停止を引き起こさないこと、故障の無いロボットがいずれは再編成と共同した移動の継続が可能になることを保証する。さらに、アルゴリズムは、ロボットの移動可能な相対速度に関して何も仮定しない。アルゴリズムは、活動の開始と終了がロボット間で同期せず（非同期）、最も遅いロボットが一度動かされる間に最も早いロボットが最大 k 回動かされる(k -bounded)という意味で、ロボットの活動が k -boundedな非同期スケジューラに従う前提に依存する。

上記のアルゴリズムを丁寧に分析することで、我々は設計方法の限界によるアルゴリズムの一つの欠点を見つけた。それは、ロボットが形成したフォーメーションは自由に回転することができないことである。従って、以下の部分で我々は、準同期モデルにも関わらずフォーメーションの回転を含む任意の方向へ移動することを可能にすることにより、このような制限を取り除く新しい方法を設計する。さらなる分析は、提案アルゴリズムがフォーメーションを自由に回転させること、非常に良い操縦性を持つことを明らかにする。

センサーやアクチュエーターの動作やメモリーといったロボットのいくつかの部分の実用的応用では、複雑な環境の影響により一時的な衝突をしがちである。我々は、異なるシステムモデルにおけるメモリー破損によるフロッキングアルゴリズムの自己安定化の可能性と不可能性を議論する。

最後に、上記のフォールトトレラントフロッキングアルゴリズムのパフォーマンスと比較するため、我々は非フォールトトレラントフロッキングアルゴリズムを提案する。アルゴリズムは、ロボットと障害物の衝突を回避するため、効果的に環境に適応することができる。さらに、一つの興味深いことは、環境に障害物が無い場合である。このとき、ロボットは仲間と目的とする距離を維持することができる。

我々の知る限り、我々の仕事は、初めてロボットの動的なフロッキングわたるフォールトトレラント問題を検討した。また、衝突と回復のモデルにおけるロボットの強調のような、ロボットの動的強調のいくつかの新しい興味深いトピックを広げる。

[キーワード] モバイルロボット, 分散的協調, 局所的相互作用, フロッキング, フォーメーション形成, 自己安定化