

三密の刃～無限ソーシャルディスタンス編～

野原 大揮 (筑波大学 生物学類)

指導教員：徳永 幸彦 (筑波大学 生命環境系)

【導入】

現在、群アルゴリズムが実際のロボットに実装され、研究、応用される機会が増えている。例えば、物流業界ではSLAMと呼ばれる技術により、荷物を運ぶ群ロボットが開発されたり、エンターテインメントなどでも様々な群ロボットが利用されたりしている。これらの群ロボットは周辺の3次元情報を取り込める lider センサーやカメラなど、高度な技術を用いて群行動を成立させており、高価であることが多い。一方、そのような高度な情報を用いずに、群れ行動をとるアルゴリズムも研究されており、その中には **miniboid** と呼ばれるアルゴリズムがある。このようなアルゴリズムを実際のロボットに実装することで、安価な群れシステムを作ることができる。本研究では **miniboid** アルゴリズムを実際のロボットに実装することを念頭に置き、シミュレーション環境上でロボットへの実装を目指した。

【miniboid】

Miniboid アルゴリズムは群アルゴリズムの一つであり、単純なシグナルを用いて集合、反発、平行化、リーダーによる引率といった **Boid** と同じような複雑な群行動を実現することができる。このアルゴリズムは群れるためのシグナルとして、距離に応じて減衰する音のようなシグナルを用いる。群れを構成する各個体は一定の強さのシグナルを放ちながら周りのシグナルを検知し、以下の行動を繰り返す。

1. 検知したシグナルの中からもっとも弱いシグナルの強さを記憶し、ランダムな角度に一定距離移動する。
2. 再び、シグナルを検知し、そのシグナルが大きくなった場合はその方向に前進を続ける。
3. 大きくならなかった場合は再びランダムな角度に一定方向進む。

これによって群れを構成する各個体が集合することができる。また、感じられるもっとも大きなシグナル、すなわちもっとも近くにいる個体の放つシグナルの強度がある閾値を超えると回避行動をとる。また、集合した個体の中から任意の個体を選択し、リーダーを発生させることができる。リーダーは通常の個体とは異なり、回避行動は取るが集まろうとせず、段々と一定方向に進んでいく。リーダーの進むスピードを遅くすると群れがリーダーに追従するように動く。このようにして **miniboid** アルゴリズムでは距離に応じて減衰するシグナルという一次元的な情報のみを用いて集合、反発、追従といった複雑な行動を取ることができる。

【方法】

本研究では、先に示した **miniboid** を **toio SDK for unity** を用いて **unity** 上で実装した。**toio**(写真 1)は **sony** が提供する教育用ロボットで、モーターやいくつかのセンサーを持ち、パソコンなどからプログラムで操作することができる。また、付属するプレイマットには座標が点字しており、プレイマット上で **toio** を制御する場合はその座標をほぼリアルタイムで検知することができる。

Toio には **toio SDK for unity** というパッケージが公開されており、これを用いて **unity** 上でシミュレーションすることができる。今回は **miniboid** アルゴリズムに従って動く各個体の動きを **toio** に実装し、距離に応じて減衰するシグナルの代わりとして、**toio** プレイマットの座標を用いた。座標を各々の個体が読み取り、サーバーとなるコンピューターに送信し、各々の座標を記録した配列を作成した。ここから各々の個体間の距離を求め、群れるためのシグナルを再現した。5 台の **toio** をプレイマットの上に無作為に配置し(写真 2)、**miniboid** のアルゴリズムに従って動かし群れの集合と追従ができるかを以下の 2 つの実験で確認した。

1. 集合

各個体が正しいシグナルを受け取った場合(**with**)とランダムな指標を受け取った場合(**without**)、リーダーがいる場合(**leader**)をそれぞれ15回ずつ試行し、集合しているかどうかを全個体の座標の分散で評価した。

2. 追従

5 個体をプレイマットの左端に配置し、リーダーを対角に向かって進め、リーダーが対角に達した時の集団の重心の移動距離を測定し、リーダーがいる場合(**with**)とリーダーいない場合(**without**)とを比較した。

【結果と考察】

実験1の結果を図1に、実験2の結果を図2に示す。実験1では分散は**without**、**with**、**leader**の順に小さくなった。このことから、各個体は**miniboid**アルゴリズムによって集合していると考えられる。実験2ではリーダーがいる場合は重心の移動距離が大きくなった。このことと、実験1でリーダーがいても群れの分散が**without**に比べて小さく保たれていることから、集合状態を維持したままリーダーに追従していると考えられる。以上より、**miniboid**アルゴリズムはロボットに実装することができたと考えられる。また、今後は実物のロボットを利用したアルゴリズムの実装や、社会への応用が期待される。

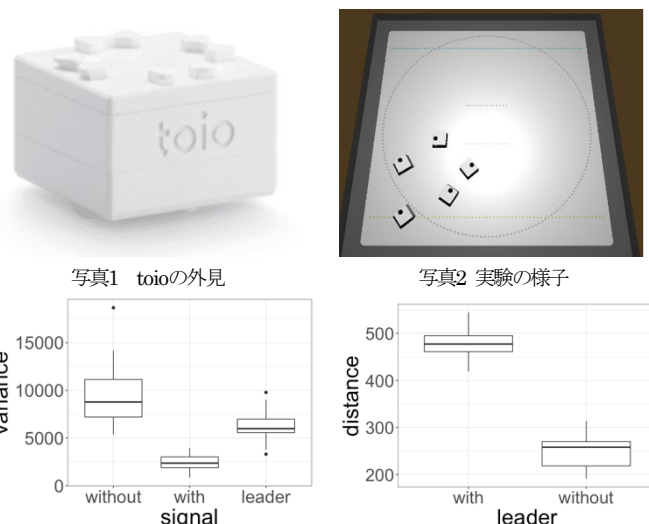


図1 シグナルの有無と分散の関係、図2 リーダーの有無における重心の移動距離