

申請者	学科名	情報システム工学科	職名	助教	氏名	泉 晋作
調査研究課題	群ロボットシステムに対する超シンプル制御器の開発					
調査研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	泉 晋作	情報工学部情報システム工学科・助教	制御工学	研究全般	
	分担者					
査研究実績の概要	<p>研究背景・目的 複数のロボットが協調してあるタスクを達成するシステムは、群ロボットシステムと呼ばれ、制御分野では精力的に研究が進められている。群ロボットシステムを考える動機は、その幅広い応用にあり、危険物の探索や施設内の監視が例として挙げられる。 本研究の目的は、この群ロボットシステムに対して、大容量のメモリや複雑な演算を必要としないシンプルな制御器を開発することである。そのような制御器が得られれば、安価なコンピュータで制御器を実装できるため、大幅なコストダウンにつながる。</p> <p>研究成果 1. <u>大腸菌の走化性制御器の基礎検討</u> 走化性とは、生物が環境内の化学物質の濃度を感知して、濃度の最も高い場所へ移動する現象のことである。申請者は、大腸菌が走化性を実現するための制御器を、群ロボット制御に応用する研究を行ってきた (S. Izumi et al., 2014)。これは、走化性制御器が非常にシンプルなためであり、実際、それは各時刻において、直進とランダムな方向への旋回、のいずれかを指令するだけである。 申請者のこれまでの研究では、走化性制御器を直接用いることを考えていたが、そのランダム性が、結果として得られるフィードバック系の解析を困難にしていた。一方で、工学的な応用において、元の制御器を必ずしも忠実に再現する必要はない。そこで本研究では、走化性制御器のもつランダム性の役割について考察し、ランダム性を排除してもよいかを検討した。</p>					

<p>調査研究実績の概要</p>	<p>この目的のために、制御器のランダム性の有無と、性能の関係を調査した。具体的には、旋回方向がランダムな場合と常に同じ場合で、大腸菌を目的地（すなわち、化学物質の濃度の最も高い地点）へ誘導する性能に差があるかを検証した。その結果が図1である。目的地は座標(0,0)であり、点がそこへ到達できた初期位置を、線が化学物質の濃度の等高線を表している。(a)と(b)を比較すると、大腸菌が目的地に到達できた初期位置の数は、ランダム性がある場合の方が多くなる。この結果から、走化性制御器において、ランダム性は大腸菌が目的地に到達可能な初期位置の範囲を広げていると結論付けられる。これは、ランダム性が制御性能の向上に役立っていることを示しており、走化性制御器を群ロボット制御に応用する場合、それを排除すべきではないことを示唆している。</p> <p>以上の結果は、学術雑誌に解説記事として掲載される予定である¹⁾（番号は成果資料目録のものに対応）。</p> <p>2. グラフ信号処理に基づく制御器設計法の開発</p> <p>グラフ信号処理とは、グラフの各頂点に値をもつ信号（グラフ信号）に対する信号処理の枠組みであり、近年注目を集めているトピックである。</p> <p>本研究では、新しい試みとして、このグラフ信号処理のアイデアに基づく、群ロボットシステムの制御器設計法を開発した。提案法では、ロボット群の初期配置をフィルタ処理される前のグラフ信号の値、一定時間経過後の配置をフィルタ処理された後の信号の値とみなし、一定時間経過後の配置がタスクを達成するものとなるようにフィルタを設計する。そして、フィードバック系がそのフィルタ特性を実現するように、各ロボットの制御器を設計する。この方法を用いることで、これまで考えられていなかった、空間周波数領域での制御器設計が実現できる。加えて、結果として得られる制御器は、メモリレスでかつ、センサ信号の線形結合を出力とするシンプルなものである。</p> <p>以上の成果は、第59回システム制御情報学会研究発表講演会で発表した³⁾。この成果は高く評価されており、実際、<u>システム制御情報学会より奨励賞を授与される</u>ことが決定している⁴⁾。</p>	<p>図1 最高濃度の地点(0,0)に到達できた初期位置</p>
<p>成果資料目録</p>	<p>学術論文</p> <p>1) 泉：生物システムにおける確率的制御器 -大腸菌の走化性制御器-，システム/制御/情報，Vol 60, No. 5 (2016) 掲載予定 <u>依頼原稿</u></p> <p>国際会議</p> <p>2) S. Izumi: Multi-robot coordination based on gradient systems, First International Symposium on Swarm Behavior and Bio-Inspired Robotics (SWARM2015), Kyoto, October 28-30, pp. 334-335 (2015) <u>招待講演 (60分)</u></p> <p>国内学会</p> <p>3) 泉，東，杉江：グラフ信号処理に基づくマルチエージェント系の設計，第59回システム制御情報学会研究発表講演会，大阪，5月20～22日，214-3 (2015)</p> <p>受賞</p> <p>4) 2016年度システム制御情報学会学会賞 奨励賞，3)の発表に対して</p>	

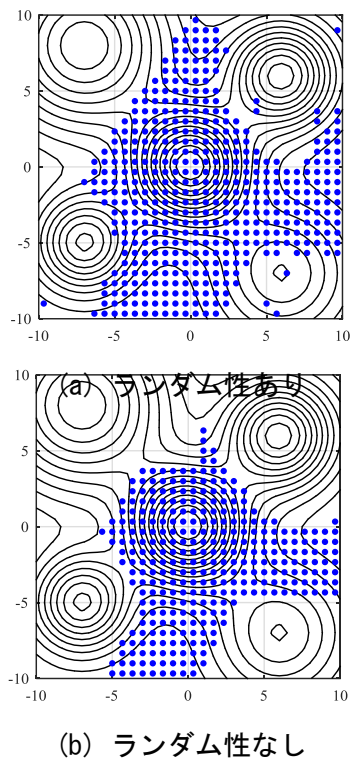


図1 最高濃度の地点(0,0)に到達できた初期位置