

Title	多自由度システムにおける陰的パターン誘導
Author(s)	末岡, 裕一郎
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/52180">https://doi.org/10.18910/52180</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

## 論文内容の要旨

氏 名 ( 末 岡 裕 一 郎 )

論文題名

多自由度システムにおける陰的パターン誘導

## 論文内容の要旨

本博士研究では、地上に幅広く存在するパターン形成の中でも多くの要素・エージェントが巧みに絡み合い、自然と生み出される創発的なパターン形成を「陰的パターン誘導」と名付け、非自明かつ巨視的なパターンを制御するための分散的な群れの行動原理や設計原理を同定する問題に取り組むことで、群れによる陰的パターン誘導に通貫する論理の探求を目指して研究を行ってきた。

1, 2章では「陰的パターン誘導」を考えるに至った経緯・きっかけとその問題にどのようにアプローチしていくかについて述べた。そして、アリやシロアリ、ロボットと言った群れをなす知的なエージェントが大域的にある構造物を設計しようとした際の、分散的な群れの行動原理や制御構造を同定する最も基本的な問題として、「分散ロボット群による物体のクラスタ形成」に取り組んできた。3章では分散的なロボット群によるパターン形成の解析モデルを構築し、統計的手法を用いて解析した。4章では凝集パターンをいかに制御するかという問題に取り組み、クラスタ形成の過渡状態や平衡状態を制御する指針として、「局所履歴によるシステム状態の推定・予測」、そしてそれに基づいた「各エージェントの自律的な戦略スイッチング」を提案し、その妥当性を検証した。

5章では、群れをなす単純なエージェントのリーダーやサブリーダー的存在、群れの組織の階層性の必要性を言及するために、「シーブドッグによるヒツジの群れの誘導」に取り組んできた。シーブドッグシステムをモデル化し、反復試行からシーブドッグに必要な能力を考察した。そして、シーブドッグが複数の群れを1つの群れにまとめる「凝集戦略」、そして1つにまとめたヒツジの群れを目標地点まで誘導する「誘導戦略」という2つの異なる戦略を自律的かつ動的に切り替える方法、およびシーブドッグがヒツジの群れの追い方をリアルタイムに調整する手法を組み合わせた「ヘテロ戦略の混合・動的スイッチング」を用いることで、様々な特徴を有するヒツジの群れに適応して誘導できることを示した。

すなわち、分散的なエージェント群によって創発的なパターンを制御するための鍵は、まず個々のエージェントによるシステムの推定・オブザーバ設計であり、行動履歴（エージェント間や環境の相互作用の要素）がその1つの鍵となることを示した。そして、ヘテロな動作戦略の自律的かつ動的な行動のスイッチングによってパターン形成のダイナミクスを制御できることを述べた。さらに、群れ構造が階層的な場合には異種エージェントがお互いの動きを見つ、学んでいく“学習”の概念が重要であることを述べた。

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 末 岡 裕 一 郎 )			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	大須賀 公一
	副 査	教授	金子 真
	副 査	教授	山田 克彦
	副 査	教授	石川 将人
<b>論文審査の結果の要旨</b>			
<p>本論文は、地上に幅広く存在するパターン形成の中でも多くの要素・エージェントが巧みに絡み合い、自然と生み出される創発的なパターン形成を「陰的パターン誘導」と名付け、非自明かつ巨視的なパターンを制御するための分散的な群れの行動原理や設計原理を同定する問題に取り組むことで、群れによる陰的パターン誘導に通貫する論理の探求に関する研究である。具体的には以下のような内容である。</p> <p>まず、1、2 章では「陰的パターン誘導」を考えるに至った経緯・きっかけとその問題にどのようにアプローチしていくかについて述べている。そして、アリやシロアリ、ロボットと言った群れをなす知的なエージェントが大域的にある構造物を設計しようとした際の、分散的な群れの行動原理や制御構造を同定する最も基本的な問題として、「分散ロボット群による物体のクラスタ形成」に取り組んでいる。次に 3 章では、分散的なロボット群によるパターン形成の解析モデルを構築し、統計的手法を用いて解析している。そして 4 章では、凝集パターンをいかに制御するかという問題に取り組み、クラスタ形成の過渡状態や平衡状態を制御する指針として、「局所履歴によるシステム状態の推定・予測」、そしてそれに基づいた「各エージェントの自律的な戦略スイッチング」を提案し、その妥当性を検証している。さらに 5 章では、群れをなす単純なエージェントのリーダーやサブリーダー的存在、群れの組織の階層性の必要性を言及するために、「シープドッグによるヒツジの群れの誘導」に取り組んでいる。シープドッグシステムをモデル化し、反復試行からシープドッグに必要な能力を考察している。そして、シープドッグが複数の群れを 1 つの群れにまとめる「凝集戦略」、そして 1 つにまとめたヒツジの群れを目標地点まで誘導する「誘導戦略」という 2 つの異なる戦略を自律的かつ動的に切り替える方法、およびシープドッグがヒツジの群れの追い方をリアルタイムに調整する手法を組み合わせた「ヘテロ戦略の混合・動的スイッチング」を用いることで、様々な特徴を有するヒツジの群れに適応して誘導できることを示している。</p> <p>以上のように本論文は、分散的なエージェント群によって創発的なパターンを制御するための鍵は、まず個々のエージェントによるシステムの推定・オブザーバ設計であり、行動履歴（エージェント間や環境の相互作用の要素）がその 1 つの鍵となることを示している。そして、ヘテロな動作戦略の自律的かつ動的な行動のスイッチングによってパターン形成のダイナミクスを制御できることを述べている。さらに、群れ構造が階層的な場合には異種エージェントがお互いの動きを見つつ、学んでいく“学習”の概念が重要であることを述べており、総合的に機械工学への貢献は大きい。</p> <p>よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。</p>			