

Title	Managed Self-organizing Control Method Inspired by Adaptive Biological Behavior
Author(s)	久世, 尚美
Citation	大阪大学, 2016, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/55856
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

論文内容の要旨

氏名（久世 尚美）

論文題名

Managed Self-organizing Control Method

Inspired by Adaptive Biological Behavior

(生物の持つ高い環境適応性に着想を得た管理型自己組織化制御)

論文内容の要旨

ARPANETに端を発するインターネットは、デバイス技術や通信技術の発展により急速に浸透し、重要な社会基盤となっている。しかし、その基本的なアーキテクチャは運用開始当初からほとんど変わらず、新しいサービスやアプリケーションが登場する度にそれらの要求に対処する新しい機能を追加するといった拡張を繰り返している。そのため、システムとしての一貫性が失われつつあり、管理が複雑となり、その結果としてシステム全体が脆弱なものとなっている。

そのため、現在、さらなるネットワークの大規模化や多様化に対して、より高い拡張性、適応性、耐故障性を有した新しいネットワークの仕組みが求められており、生物などに見られる自己組織化制御が注目されている。特に、生物システムは、多様な進化の可能性を内包しつつ、生存環境に適した機能を獲得し、発展させると共に、環境変化にもたくみに適応する柔軟性を有している。このような仕組みをネットワークにおいて実現することによって、従来のように、あらかじめ規定された動作環境の下で定められた要求を達成するように最適設定するのではなく、想定外の状況でも動作し続け、ネットワーク資源の変動やエンド端末の移動などのさまざまな環境変化にも巧みに適応する柔軟性を持つことが可能になる。

しかし、一方で、自己組織型システムの機能は自律動作する構成要素の相互作用の結果として創発するため、特に大規模なシステムでは (1) 全体の最適性が保障されない、(2) 所望の機能の創発に時間を要する、(3) 環境変化への適応に時間を要する、といった工学応用上の問題がある。そこで、自己組織型システムに対して、外部からの制御を加えることにより、機能の創発を管理する（管理型自己組織化制御）ことが有効であると考えられる。私たちの研究においては、さらなるネットワークの大規模化、多様化に対して持続発展可能な新しいネットワークシステムの実現のため、管理型自己組織化制御の概念をネットワーク制御技術へと導入し、大規模なネットワークにおける素早い環境適応速度の達成を目指す。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (久 世 尚 美)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	村田 正幸
	副 査	教授	渡辺 尚
	副 査	教授	長谷川 亨
	副 査	教授	東野 輝夫
	副 査	教授	松岡 茂登

論文審査の結果の要旨

ARPANETに端を発するインターネットは、デバイス技術や通信技術の発展により急速に浸透し、重要な社会基盤となっている。しかし、その基本的なアーキテクチャは運用開始当初からほとんど変わらず、新しいサービスやアプリケーションが登場する度にそれらの要求に対処する新しい機能を追加するといった拡張を繰り返している。そのため、システムとしての一貫性が失われつつあり、管理が複雑となり、その結果としてシステム全体が脆弱なものとなっている。

そのため、現在、さらなるネットワークの大規模化や多様化に対して、より高い拡張性、適応性、耐故障性を有した新しいネットワークの仕組みが求められており、生物などに見られる自己組織化制御が注目されている。特に、生物システムは、多様な進化の可能性を内包しつつ、生存環境に適した機能を獲得し、発展させると共に、環境変化にもたくみに適応する柔軟性を有している。このような仕組みをネットワークにおいて実現することによって、従来のように、あらかじめ規定された動作環境の下で定められた要求を達成するように最適設定するのではなく、想定外の状態でも動作し続け、ネットワーク資源の変動やエンド端末の移動などのさまざまな環境変化にも巧みに適応する柔軟性を持つことが可能になる。自己組織型システムにおいては、個々の構成要素が局所的な情報交換のみにより動作を決定し、構成要素同士の直接的・間接的相互作用によりシステム全体としての秩序や挙動が創発する。このようなシステムにおいては、個々の構成要素が大域情報を必要としないため拡張性に優れており、また局所的な変動や故障には近隣の構成要素による即応的に対応が可能であるため高い適応性、頑健性を有している。

しかし、一方で、自己組織型システムの機能は自律動作する構成要素の相互作用の結果として創発するため、特に大規模なシステムでは (1) 全体の最適性が保障されない、(2) 所望の機能の創発に時間を要する、(3) 環境変化への適応に時間を要する、といった工学応用上の問題がある。そこで、自己組織型システムに対して、外部からの制御を加えることにより、機能の創発を管理する(管理型自己組織化制御)ことが有効であると考えられる。私たちの研究においては、さらなるネットワークの大規模化、多様化に対して適応可能な新しいネットワークシステムの実現のため、管理型自己組織化制御の概念をネットワーク制御技術へと導入し、大規模なネットワークにおける素早い環境適応速度の達成を目指す。

本論文では、まず、局所的な情報交換のみからなる自己組織化制御の特性、および有用点を明らかにする。そして、外部コントローラによる管理機構を導入することで自己組織化制御の有用点の向上を行う。

本論文の研究成果としては、まず、代表的な社会性昆虫であるアリの集団行動に着想を得た数理モデルをネットワーク制御へと適用し、局所的な情報交換のみに基づいた制御による特性、有用性について調査を行った。そして、自己組織化制御の問題点として指摘されている収束性の遅さを、管理型制御の導入により解決している点である。特に、管理型制御に関しては、制御機構を階層化することにより、制御のための計算コストを抑え、自己組織化制御本来の拡張性を損なうことなく、収束性の向上が達成できている。

以上のように本論文はネットワークのさらなる大規模化、複雑化に向けた管理型自己組織化ネットワーク制御の設計、評価に関して有用な研究成果をあげている。よって、博士(情報科学)の学位論文として価値のあるものと認める。