



Title	Managed Self-Organization Control for Robust Wireless Sensor Networks
Author(s)	Kominami, Daichi
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/27477
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	小南大智
博士の専攻分野の名称	博士(情報科学)
学位記番号	第25854号
学位授与年月日	平成25年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 情報科学研究科情報ネットワーク学専攻
学位論文名	Managed Self-Organization Control for Robust Wireless Sensor Networks (ロバストな無線センサーネットワークのための管理型自己組織化制御に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 村田 正幸 (副査) 教授 村上 孝三 教授 中野 博隆 教授 東野 輝夫

論文内容の要旨

センサーネットワークは、その広い応用性から今後ますます重要性を増していくと考えられる。元来は様々な環境モニタリングがその応用例として考えられていたが、将来のセンサーネットワークでは、周辺環境中のアクチュエーターを備えたセンサーがユーザーにアクセスし、有益な情報・サービスを提供することが期待される。このようなユビキタスコンピューティング、アンビエントインテリジェンスと呼ばれる概念の実現のためには、単なる環境情報に留まらず、人体の情報や生活環境周囲の機器の情報など、様々な情報を観測して通信を行う必要があり、センサーネットワークの果たすべき役割は大きい。しかしこの時、センサーネットワークにおいて解決すべき問題は依然として残っている。

センサーネットワークにおいて重要と考えられている性質として省電力性、スケラビリティ、環境変化への適応性、ロバスト性、システム管理の容易性などがある。本論文では、これらの性質を備えた、管理型自己組織化制御に基づくセンサーネットワークアーキテクチャーを提案する。管理型自己組織化制御とは、システムの構成要素同士が局所的な情報のインタラクションによって自身の行動を決定することでシステムに望ましい機能が発現する自己組織化制御と、管理ノードによるシステムの集中制御を組み合わせた制御である。管理ノードは自己組織的に動作するシステムの要素の一部に対してゆるやかな監視・管理制御を行うことで、自己組織化と管理という一見矛盾した2つの制御方式を融合させ、システム全体が望ましい性能を発揮するように管理を行う。管理型自己組織化制御の利点として、従来の自己組織化制御に基づく制御が持つ、スケラビリティや適応性、ロバスト性といった性質に加えて、システム管理の容易性をもたらす点がある。

本論文では初めに、省電力性を実現する無線端末間の通信方式について検討を行う。次に、ロバスト性を有する通信手法についての検討を行い、それらの性質を有する自己組織型の経路制御手法について提案を行う。提案した自己組織型の経路制御手法に関して、管理型自己組織化制御の考え方を適用し、管理型自己組織化制御に基づく、センサーネットワークアーキテクチャーの提案をし、その有効性を示す。

論文審査の結果の要旨

環境知能などと呼ばれる、アンビエントインテリジェンスという概念が近年広がりを見せ、無線センサーネットワークの分野への関心が高まっている。元々、無線センサーネットワークは、様々な情報の計測を行うセンサーが無線通信機能を備えることで、特別なインフラストラクチャーを必要とせずに環境情報の計測および収集を行うものとして、環境モニタリングや構造物の監視といった応用例が考えられていた。しかし前述のアンビエントインテリジェンスにおいては、単なる環境情報のみならず、人体の情報や生活環境周囲の機器の情報など、様々な情報を観測して通信を行い、情報を交換し、環境に埋め込まれたコンピューターが人に働きかけることで、人が安心かつ安全で豊かな生活を享受できることを目的としている。そのため、従来考えられていた以上の膨大な数のセンサーノードが互いに通信を行う状況が想定される。近年ではその応用の一歩としてスマートメーターを用いた電力情報の見える化が国内外で進められ、今後様々な形で世の中に現れていくと考えられる。

本論文は、無線センサーネットワークにおいて重要な性質である省電力性、スケーラビリティ、環境変化への適応性、ロバスト性、システム管理の容易性に着目し、それらの性質を満たす、管理型自己組織化制御に基づく無線センサーネットワークアーキテクチャーを提案している。システムの構成要素同士の局所的なインタラクションがシステム全体に望ましい機能を創発する自己組織化制御と、管理ノードによるシステムの集中制御を組み合わせた制御である管理型自己組織化制御は昨今注目を集めている制御方式である。管理ノードは自己組織的に動作するシステムの要素の一部に対して、動作パラメーターや動作ルールをゆるやかに変更するような管理制御を行うことで、自己組織化と集中管理という一見矛盾した二つの制御方式を融合させ、個々の要素を逐一管理することなく、システム全体が望ましい性能を発揮するような制御を実現する。本論文は、管理型自己組織化制御に基づく無線センサーネットワークアーキテクチャーが、従来の自己組織化制御が持つ、スケーラビリティや適応性、ロバスト性といった性質に加えて、システム管理の容易性をもたらす点を示したものである。

本論文の研究成果は、無線センサーネットワークの情報収集率や収集遅延時間といった通信信頼性および、省電力性などの基本的な性能の向上を実現する通信手法の提案と評価に始まり、環境の変動に対してこれらの性能を維持・回復する性質である、ロバスト性を有する通信手法についての検討と評価、さらに、それらの性質を有する自己組織型の経路制御手法について提案と評価を行った点、提案した自己組織型の経路制御手法に関して、管理型自己組織化制御の考え方を適用し、管理型自己組織化制御に基づく無線センサーネットワークアーキテクチャーを提案し、そのスケーラビリティやシステム管理の容易性を示した点である。

以上のように、本論文はロバストな大規模無線センサーネットワークの実現に向けた構成技術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。