



Title	An Adaptive Routing Protocol for Heterogeneous Wireless Sensor Networks
Author(s)	Sampath, Priyankara
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/27475">https://hdl.handle.net/11094/27475</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名	サンパト プリヤンカラ SAMPATH PRIYANKARA
博士の専攻分野の名称	博士 (情報科学)
学 位 記 番 号	第 25855 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	An Adaptive Routing Protocol for Heterogeneous Wireless Sensor Networks (不均質なセンサネットワークのための適用型経路制御プロトコル)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 村上 孝三 (副査) 教 授 村田 正幸 教 授 東野 輝夫 教 授 中野 博隆

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、筆者が平成20年から現在までに、大阪大学大学院情報科学研究科博士前期課程ならびに大阪大学大学院情報科学研究科博士後期課程在学中に行ってきた、ノード性能の不均質な無線センサネットワークのための適応的経路制御プロトコルに関する研究成果をまとめたものである。近年、多数の小容量の電池で動作するセンサノード（以下ノード）が自律的にネットワークを構築し、無線通信によって様々な情報を収集する無線センサネットワーク（WSN: Wireless Sensor Network）が注目されている。WSNでは、多数のノードの電池の交換が困難であることが指摘されており、消費電力の効率化によるネットワーク寿命の延長が重要な課題である。

WSNのための経路制御プロトコルは多数提案されているが、それらはクラスタリング型と非クラスタリング型に大別できる。クラスタリング型のプロトコルでは、クラスタヘッド（CH）が多数のノードからのデータを集約してシンクに転送することにより効率的な通信を可能とするが、CHの周辺やシンク近辺のノードに負荷が集中するという問題がある。一方で、全ノードがシンクに向けたマルチホップ通信によってデータを転送する非クラスタリング型プロトコルでは、各ノードの役割に差が少ないので転送負荷の偏りは小さくなるが、集約可能なデータ量が少ないので、転送データ量の削減が難しい。

また、これらの研究の多くはノード性能の均質なWSNを想定しているが、近年では、少數の高性能ノードを導入することで、低コストで効率的にネットワークの寿命を延長できるノード性能の不均質なWSN（HWSN: Heterogeneous WSN）が注目されている。しかし、HWSNに関する先行研究はまだ少ない上に、そのほとんどが高性能のノードのみをCHとして利用するもので、高性能ノード周辺の低性能ノードへの負荷集中を考慮していない。

そこで本研究では、HWSNを効果的に運用するための適応的経路制御プロトコルを提案する。まず、ノードの性能を相対的に表す指標を導入し、自身の性能と周辺ノードの性能の両方が高いノードを高い確率でCHに選択するクラスタリング方式を提案する。これによって、CHだけでなくその周辺のノードにおける消費電力の偏りを回避する。

しかし、時間の経過とともにノードの残余電力は変化するため、初期段階で導出された非クラスタリング型のネットワークを構築する領域の境界が最適であるとは言えない。また、上記の解析モデルではネットワーク中にノードが均一に分布していると仮定

しているが、実際のネットワークではいくらかの偏りがある。そこで、各領域の境界に存在するノードとその周辺ノードの残余電力の分散を考慮して境界を動的に再構成する手法を提案する。

計算機シミュレーションによって、本研究で提案した不均質な無線センサネットワークのための適応的経路制御プロトコルによってWSNの寿命を延長できていることを示す。

#### 論文審査の結果の要旨

近年、多数の小容量の電池で動作するセンサノード（以下ノード）が自律的にネットワークを構築し、無線通信によって様々な情報を収集する無線センサネットワーク（WSN: Wireless Sensor Network）が注目されている。WSNでは、多数のノードの電池の交換が困難であることが指摘されており、消費電力の効率化によるネットワーク寿命の延長が重要な課題である。

WSNのための経路制御プロトコルは多数提案されているが、それらはクラスタリング型と非クラスタリング型に大別できる。クラスタリング型のプロトコルでは、クラスタヘッド（CH）が多数のノードからのデータを集約してシンクに転送することにより効率的な通信を可能とするが、CHの周辺やシンク近辺のノードに負荷が集中するという問題がある。一方で、全ノードがシンクに向けたマルチホップ通信によってデータを転送する非クラスタリング型プロトコルでは、各ノードの役割に差がないため転送負荷の偏りは小さくなるが、集約可能なデータ量が少ないため、転送データ量の削減が難しい。また、これらの研究の多くはノード性能の均質なWSNを想定しているが、近年では、少数の高性能ノードを導入することで、低成本で効率的にネットワークの寿命を延長できるノード性能の不均質なWSN（HWSN: Heterogeneous WSN）が注目されている。しかしながら、HWSNに関する先行研究はまだ少ない上に、そのほとんどが高性能のノードのみをCHとして利用するもので、高性能ノード周辺の低性能ノードへの負荷集中を考慮していない。

本研究では、HWSNを効果的に運用するための適応的経路制御プロトコルを提案している。まず、ノードの性能を相対的に表す指標を導入し、自身の性能と周辺ノードの性能の両方が高いノードを高い確率でCHに選択するクラスタリング方式を提案している。これによって、CHだけでなくその周辺のノードにおける消費電力の偏りを回避できることを立証している。

次に、時間の経過とともにノードの残余電力は変化するため、初期段階で導出された非クラスタリング型のネットワークを構築する領域の境界が最適であるとは言えず、上記の解析モデルではネットワーク中にノードが均一に分布していると仮定しているため、実際のネットワークにおける偏りを考慮する必要がある。

本論文では、各領域の境界に存在するノードとその周辺ノードの残余電力の分散を考慮して境界を動的に再構成する新しい手法を提案しており、不均質な無線センサネットワークのための適応的経路制御プロトコルを導入することによって、WSNの寿命を延長できることを計算機シミュレーションによって明らかにしている。

以上のように、本論文は、無線センサ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上げている。よって、博士（情報科学）の学位論文として価値あるものと認める。