



Title	Robust and Adaptive Network Architecture for Internet of Things
Author(s)	豊永, 慎也
Citation	大阪大学, 2017, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/61849">https://doi.org/10.18910/61849</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 ( 豊永 慎也 )	
論文題名	Robust and Adaptive Network Architecture for Internet of Things ( IoT 環境をサポートする頑強かつ適応的なネットワークアーキテクチャ )
論文内容の要旨	
<p>近年、Internet of Things (IoT) に大きな注目が集まっている。IoTのアーキテクチャーに関する研究は広範な分野に渡っており、データセンターネットワーク上のクラウドサービス、コアネットワーク上の Software-defined networks、エッジネットワーク上のフォグコンピューティング、センサーネットワーク上の自己組織化システムなどの研究がなされている。中でも、人と環境の相互作用のために、環境情報の収集はIoT実現のための最も重要な要素である。そのため、IoTを実現するためには無線センサーネットワーク (WSN) についてのより詳細な研究が必要となる。将来のIoT環境では、ヘルスケアモニタリング、事故の検知やトラッキングなどのサービスが想定されており、WSNはそれらを実現するために環境情報を集め、環境に作用するための重要な技術である。WSNは多くのセンサー、シンクノードから構成されており、将来の通信基盤として統合されることが期待されている。しかし、これまでのWSNに関する研究では、環境情報を収集することに重きを置いていた。情報収集のためのWSNでは、少ないバッテリー容量や不安定な無線品質が主要な問題として取り上げられてきた。そのため、省電力性、ロバスト性、スケーラビリティを解決する手法が提案されているが、それらの手法は特定の状況を想定しているため、利用状況が制限されている。結果として、いまだにサービスの安定した動作は難しく、既存手法の多くはIoT特有の状況を想定していない。</p> <p>将来、数百億のデバイスがインターネットに接続され、様々なサービスのためにそれらが相互に通信することが想定されている。そのため、IoT環境では、膨大な数のデバイスを管理、維持することが重要となる。これはスケーラビリティやヘテロジニアス性といった解決すべき問題をもたらしている。そのため、IoTを想定したWSNは、スケーラビリティやヘテロジニアス性を解決するように設計されるべきである。また、環境変動が生じるような場合における信頼性も重要となる。IoT環境では、トラフィックパターンの変動や、多様なトラフィック要求、ノードの追加や削除などの環境変動が起こり得る。そのため、本博士論文では、IoTアプリケーションのための信頼性を有するWSNアーキテクチャーを提案する。ここでは信頼性はロバスト性と適応性からなるものと定義している。信頼性の高いWSNアーキテクチャーを設計するためには、物理層、MAC層、ルーティング層、アプリケーション層、それらのクロスレイヤー最適化、またそれぞれのアプリケーションにデバイスを集約して割り当てるサービスプロビジョニングを考慮する必要がある。私達のキーアイデアは、適応性とスケーラビリティを得るための自己組織化システムと、ロバスト性とヘテロジニアス性を解決するための脳ネットワークの構造である。本博士論文では、ルーティング層とMAC層にまたがるルーティング手法と、サービスプロビジョニングの方法としてWSNのための仮想トポロジー構築手法を提案する。そして、シミュレーションにより提案手法の信頼性を評価する。</p>	

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 豊 永 慎 也 )			
	(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
<b>論文審査の結果の要旨</b>			
<p>近年、Internet of Things (IoT) に大きな注目が集まっており、人と環境の相互作用のために、環境情報の収集はIoT 実現のための最も重要な要素である。そのため、IoT を実現するためには無線センサーネットワーク (WSN) についてのより詳細な研究が必要となる。将来のIoT 環境では、ヘルスケアモニタリング、事故の検知やトラッキングなどのサービスが想定されており、WSN はそれらを実現するために環境情報を集め、環境に作用するための重要な技術である。WSN は多くのセンサー、シンクノードから構成されており、将来の通信基盤として統合されることが期待されている。しかし、これまでのWSN に関する研究では、環境情報を収集することに重きを置いており、少ないバッテリー容量や不安定な無線品質が主要な問題として取り上げられてきた。そのため、省電力性、ロバスト性、スケーラビリティを解決する手法が提案されているが、それらの手法は特定の状況を想定しているため、利用状況が制限されている。結果として、いまだにサービスの安定した動作は難しく、既存手法の多くはIoT 特有の状況を想定していない。</p> <p>将来、数百億のデバイスがインターネットに接続され、様々なサービスのためにそれらが相互に通信することが想定されている。そのため、IoT 環境では、膨大な数のデバイスを管理、維持することが重要となる。これはスケーラビリティやヘテロジニアス性といった解決すべき問題をもたらしており、IoT を想定したWSN は、それらの課題を解決するように設計されるべきである。また、IoT 環境では、トラフィックパターンの変動や、多様なトラフィック要求、ノードの追加や削除などの環境変動が起こり得るため、環境変動が生じるような場合におけるロバスト性や適応性も重要となる。そのため、IoT 環境を想定したロバスト性や適応性を有するWSN アーキテクチャーが必要となる。</p> <p>本論文の研究成果としては、WSN におけるルーティング手法に自己組織化システムを導入することによって適応性とスケーラビリティを解決する任意のノード間通信を実現している点、脳ネットワークの構造をWSN の仮想トポロジーに導入してロバスト性とヘテロジニアス性を実現している点にある。そして、提案した仮想トポロジーのロバスト性を向上させるために、解析的なアプローチを用いてトポロジーのロバスト性を評価する方法を提案している。最初に提案しているルーティング手法の評価では、センサー、シンクノードが故障した場合においても、自律的な制御でその影響が波及し、適応的にデータ到達性を回復することができることを示している。そして、これらはすべて局所的な情報交換によって実現することができるため、ノード数に対するスケーラビリティを解決している。次に、WSN の仮想トポロジー構築に脳ネットワークが有するモジュール構造とスモールワールド性を導入することが、ノード故障に対するロバスト性や適応的なデータ到達性の回復に効果があることを示している。さらに、ノード性能やリンク性能の違いは仮想モジュール、仮想リンクの重みとして表現できるため、ヘテロジニアス性は仮想トポロジー上でのルーティングによって解決できることを議論している。最後に、提案した仮想トポロジー設計手法は解析的な立場から見てもロバスト性が得られることを示しており、さらに、ロバスト性を得るための明確な仮想リンク構築方針を示している。</p> <p>以上のように本論文は、IoT アプリケーションを安定的に稼働させるために必要となる、スケーラビリティ、ヘテロジニアス性の課題を解決し、環境変動が生じる場合においても適応性、ロバスト性を有するWSN 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。</p>			