

オオツカ タカノブ

氏名	大塚 孝信
学位の種類	博士 (工学)
学位記番号	博第1023号
学位授与の日付	平成28年3月23日
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当 課程博士
学位論文題目	サービス指向ワイヤレスセンサネットワークの理論とその実装に関する研究 (Theoretical Study and Implementation on Service-Oriented Wireless Sensor Networks)

論文審査委員	主査	教授	伊藤 孝行
		教授	加藤 昇平
		教授	富永 晃宏
		教授	松尾 徳朗
			(産業技術大学院大学)

## 論文内容の要旨

近年、インターネットの常時接続やスマートフォンの普及により、遠隔地の情報を即時に取得することが可能となっている。その中でも特に、回路基板の高密度化、シリコンデバイスの製造技術の向上により、無線通信モジュールやセンサの小型化、高性能化が進んでいる。また、スマートフォンに代表される機器の爆発的な普及により、従来は高価であったセンサや無線通信モジュールが一般的なユーザーでも容易に入手可能である。そのため、遠隔地の温度や湿度などの環境情報をユーザーが送信し、共有することで世界中の環境情報を収集する"Sensorpedia"や"xively"といったプラットフォームが登場している。しかし、これらのサービスにおいては情報を見ることは可能であっても、それらの情報を処理し、ユーザーに適切なインタラクションを返す目的として設計されていない。また、ユーザーに対するサービスとしてのソフトウェア及びハードウェアに汎用性がなく、ユーザーの目的に応じたセンサの追加や削除が困難である。近年では、IoTやM2Mといった現実世界の“モノ”が相互に接続され、センシング情報を基にして現実世界へフィードバックする研究が盛んに行われている。その中でも、ワイヤレスセンサネットワーク (Wireless Sensor Network : WSN) はIoTやM2Mの中核を成す技術であり、広く研究

が進められている。

WSN においてはセンシング対象に合わせて設計される製品が多く、新規センサの追加のためには電源回路や充電回路の再設計や、プログラムの書き換えが必要となる。

そのため、サービス指向 WSN にはまだ多くの課題が存在する。

本研究の目的は、ユーザーの目的に応じて高度なサービスを提供可能な、サービス指向ワイヤレスセンサネットワークの実現である。WSN における有望なアプリケーションとして Anomaly Detection と呼ばれる異常検知が挙げられる。

Anomaly Detection の研究分野では多くが工作機器の状態監視や、クレジットカードの使用状況といった、正常と異常の判断がし易い分野が多く研究されている。

本論文では、現実世界における異常気象や高齢者のみまもり分野における異常検知手法を実データを用いてモデル化することで、従来は異常・正常の境界が曖昧であった異常検知を精度よく行う手法を提案する。また、現実世界のデータにおいては異常検知に害を及ぼす要因であるノイズデータが多く存在する。そのため我々は、ベイジアンネットワークを用いてノイズの特徴量をモデル化することでノイズデータを除去することで、異常検知の性能の向上を実現している。さらに、IoT や M2M の主要分野であるホームオートメーション分野やファクトリーオートメーション分野においては通信ノード及びセンサ向けの電力供給が有線で行われることが多く、バッテリー運用のような自律的で継続動作を前提としたものは少ない。

そのため、設置場所近傍に電源供給源が存在することを前提としており、設置箇所の制約が大きく、一般ユーザーが容易に設置することが困難であるため、機器設置コストの増加といった問題がある。さらに、電源供給を必要とするデバイスの多くは AC アダプタやトランスを内蔵しており、大型であることも設置の敷居を高めている。

我々は、一般ユーザーが容易に設置が可能であり、屋内においては置くだけで設置が可能な高齢者見守りシステムや、屋外においては三脚に設置するのみで設置が完了し、災害時に任意の場所に容易に設置可能なアドホック水位計システムを実装している。

それらの実装から得られた知見により、屋外における自律的に稼働可能な WSN システムの実装を通じて得られた課題を示すとともに、屋内外を問わず環境発電と蓄電デバイスのみで自律的に動作が可能な WSN システムの設計指針について示す。

本論文では、ユーザーの目的に応じて高度なサービスを提供可能な、サービス指向ワイヤレスセンサネットワークの理論と実装に関して、著者が行ってきた研究をまとめたものである。理論に関する着眼点の 1 つは、異常と正常の判断が困難な課題における異常検知であり、実装に関する着眼点は、実フィールドにおける自律稼働と通信信頼性の確保である。

## 論文審査結果の要旨

申請者の目的は、ユーザーの目的に応じて高度なサービスを提供可能な、サービス指向ワイヤレスセンサネットワークの実現である。WSNにおける有望なアプリケーションとしてAnomaly Detectionと呼ばれる異常検知が挙げられる。

Anomaly Detectionの研究分野では多くが工作機器の状態監視や、クレジットカードの使用状況といった、正常と異常の判断がし易い分野が多く研究されている。

申請者は、現実世界における異常気象や高齢者のみまもり分野における異常検知手法を実データをを用いてモデル化することで、従来は異常・正常の境界が曖昧であった異常検知を精度よく行う手法を提案する。また、現実世界のデータにおいては異常検知に害を及ぼす要因であるノイズデータが多く存在する。そのため我々は、ベイジアンネットワークを用いてノイズの特徴量をモデル化することでノイズデータを除去することで、異常検知の性能の向上を実現している。さらに、IoTやM2Mの主要分野であるホームオートメーション分野やファクトリーオートメーション分野においては通信ノード及びセンサ向けの電力供給が有線で行われることが多く、バッテリー運用のような自律的で継続動作を前提としたものは少ない。

そのため、設置場所近傍に電源供給源が存在することを前提としており、設置箇所の制約が大きく、一般ユーザーが容易に設置することが困難であるため、機器設置コストの増加といった問題がある。さらに、電源供給を必要とするデバイスの多くはACアダプタやトランスを内蔵しており、大型であることも設置の敷居を高めている。

申請者は、一般ユーザーが容易に設置が可能であり、屋内においては置くだけで設置が可能な高齢者見守りシステムや、屋外においては三脚に設置するのみで設置が完了し、災害時に任意の場所に容易に設置可能なアドホック水位計システムを実装している。

それらの実装から得られた知見により、屋外における自律的に稼働可能なWSNシステムの実装を通じて得られた課題を示すとともに、屋内外を問わず環境発電と蓄電デバイスのみで自律的に動作が可能なWSNシステム的设计指針について示す。

申請者は、ユーザーの目的に応じて高度なサービスを提供可能な、サービス指向ワイヤレスセンサネットワークの理論と実装に関して、著者が行ってきた研究をまとめたものである。理論に関する着眼点の1つは、異常と正常の判断が困難な課題における異常検知であり、実装に関する着眼点は、実フィールドにおける自律稼働と通信信頼性の確保であり、それらの着眼点に関して研究を行っている。

論文及び口頭発表において研究の有効性が十分に示されており、審査の結果、博士学位を授与することは妥当と考える。