

氏名	陶 亜玲		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第7691号		
学位授与年月日	平成28年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	Sensor Data Aggregation and its Allocation in Cloud Environments (センサーデータの収集及びクラウド上での配置に関する研究)		
主査	筑波大学 教授	博士(理学)	繁野麻衣子
副査	筑波大学 教授	博士(理学)	繆瑩
副査	筑波大学 教授	工学博士	吉瀬章子
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	張勇兵
副査	国立情報学研究所 教授	工学博士	計宇生

論文の要旨

本論文では、情報化社会において益々活用への期待が高まる無線センサーネットワーク(Wireless sensor networks)での情報収集と情報蓄積を対象として、効率的な運用のための手法を開発している。まず、バッテリー駆動型無線センサーからなるネットワークにおいて、ネットワークの運用できる時間(時間寿命)および感知できる範囲(範囲寿命)を長く保つため、データセンターに効率的にセンサーデータを伝送する手法を開発し、次には、収集されたセンサーデータを効率的にユーザに提供するため、クラウド上のキャッシュサーバにデータを配置する手法を提案している。

第1章では、有線通信基盤がなく、立入りの困難な場所で活用できる無線センサーネットワークの重要性を述べたあと、既存研究の問題点を指摘し、本研究の解決手法及び研究成果を概観している。次に、クラウド上の遠方にあるデータセンターからセンサーデータを取得するには時間がかかる問題点を述べ、本研究の解決法及び研究成果をまとめている。

第2章では、センサーデータをデータセンターに収集する3つのプロセスとなるセンサーのクラスタリング、データ伝送経路の決定及び通信経路の再構築に関して詳しく紹介している。そして、センサーデータを提供するためのクラウド技術を紹介し、データ取得時間を短縮するために従来使われているキャッシュ手法を紹介している。

第3章では、改良したデータ収集手法を示している。まず、センサーのクラスタリングを行う際、時間寿命及び範囲寿命を考慮に入れ、感知範囲の重なり度合によるクラスタヘッドの選定アルゴリズムを新たに提案している。そして、クラスタヘッドからデータセンターにデータを伝送するために使用されるネットワークは従来の木構造でなく、階層型構造とし、複数伝送路のフローを均衡にする手

法を新たに提案している。また、データ伝送ネットワークの再構築は残余電力が不足のクラスタヘッドだけを対象とするように消費電力を必要最小限に抑える手法を提案している。シミュレーション実験により、提案手法は従来の手法より優れていることを確かめている。

第4章では、ユーザに近いアクセスネットワークにデータをキャッシュするサーバを設置し、データアクセス時間を短縮する新たな手法を提案している。ここで、データアクセスコスト、キャッシュサーバへのデータ複製コスト及びキャッシュサーバでのデータ保存コストを考慮した上でサーバにどこにデータを配置するかの問題を組合せ最適化問題として定式化し、Lagrangian 緩和手法を使って、キャッシュサーバの容量がデータ項目数より大きい場合の近似解を示している。そして、データ配置のためのヒューリスティックな手法および greedy 手法を提案している。シミュレーション実験により、ヒューリスティック手法は最適化問題の理論的下界値に近い解が得られる一方、解を求める時間は実システムにおいても十分に納得できるほど短いことを示している。

第5章では、本研究の結果全般に対する考察及び今後の展望について述べられている。

審 査 の 要 旨

【批評】

無線センサーネットワークにおけるデータの収集方法に対して、ネットワークの構造や伝達フローの取り方に対して斬新なアイデアにより新たな手法を構築している。さらに、従来手法より時間寿命及び範囲寿命の両方を大きく改善することをシミュレーション実験で示しており、優れた結果を得ている。次に、収集したデータの蓄積に関して、ユーザに近いアクセスネットワークに多くのキャッシュサーバをもつネットワークにおいて、サーバに効率良くセンサーデータをキャッシュすることによりデータアクセスコスト及びキャッシュサーバでのデータ管理コストを削減するヒューリスティックな手法を提案し、最適解との比較により得られた解の精度の評価も行っている。いずれも新たな手法を開発した後、シミュレーション実験により丁寧に提案手法の評価を行っており、その研究成果の当該研究分野への貢献は大きいといえる。以上により、博士論文としての十分な水準に達していると判断する。

【最終試験の結果】

平成28年2月4日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。