

Title	Power Consumption Minimization for Sensor Placement and Broadcast Process in Wireless Multihop Sensor Networks
Author(s)	Wong, Thein Lai
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/47284">https://hdl.handle.net/11094/47284</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a>〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名	ウオン テン ライ WONG THEIN LAI
博士の専攻分野の名称	博 士 (情報科学)
学位記番号	第 2 1 3 1 1 号
学位授与年月日	平成 19 年 3 月 23 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システム工学専攻
学位論文名	Power Consumption Minimization for Sensor Placement and Broadcast Process in Wireless Multihop Sensor Networks (センサーネットワークのためのセンサー配置とブロードキャストにおける消費電力の最小化)
論文審査委員	(主査) 教授 菊野 亨 (副査) 教授 増澤 利光 教授 尾上 孝雄

#### 論文内容の要旨

本論文は、センサーネットワークのためのセンサー配置とブロードキャストにおける消費電力の最小化に関する 2 つの研究成果について述べている。センサーネットワークの寿命を延長するために、センサー配置とブロードキャストにかかる消費電力を最小化することは非常に重要である。

科学技術の進歩により、無線マイクロセンサーネットワークの構築が可能になってきている。軍事あるいは緊急救援などの応用分野では、配置コストと配置時間の関係で、センサーを敷地にばら撒くことが一般的であるが、これでは最適なカバレッジが得られない。カバレッジはセンシングサービスの品質を左右するので、より高いカバレッジを実現することが望ましい。本研究では、移動能力のあるマイクロセンサーを用いたカバレッジの高いセンサーネットワークを構成するための、自己組織的な配置手法を提案する。提案法では、近傍のセンサーが同時に移動することを回避するために、ランダムバックオフ遅延時間を導入する。遅延時間の小さい順に移動することで、センサーの無駄な移動が回避できる。また、センサーの新たな位置の決定には、障害物や他のセンサーの距離に応じた仮想的な引力、斥力を定め、それらの力に基づいた計算をするバーチャルフォースアルゴリズムを提案した。提案アルゴリズムはセンサーネットワークのカバレッジを大幅に高めることが実験から分かった。

センサーネットワークにおいて、低消費電力化を図ったブロードキャスト手法の開発も重要な問題として認識されている。ブロードキャストを行う際に、フラッドイング手法が良く使われている。しかし、単純なフラッドイングは、ノード密度が高い場合に多くの同一パケットを送信することになり、大きなネットワーク負荷を発生する。更に、データの衝突も起こしやすい。これらの課題はまとめてブロードキャストストーム問題と呼ばれている。加えて、無駄な再伝送は電池切れのノードを多発させる。一般的に、各ノードは限られた電力供給源の電池を用いて稼働しているため、消費電力を低く抑えることは重要である。問題の解決に当たっては、再伝送するノードの数を減少させることと送信範囲を短くすることを目指した。本研究では、可変な送信出力を用いた新たなブロードキャスト手法を提案する。各ノードは局所的な情報だけを利用して、再伝送するノードを選択する。そして選択されたノードの中で、一番

遠いものに到達するように送信範囲を設定する。各ノードが送信出力を動的に変化させて、電力消費を低く抑えることが可能になり、干渉も軽減できる。シミュレーション実験で評価した結果、従来手法よりもかなり低消費電力化が実現できることが確認できた。

## 論文審査の結果の要旨

本論文では、無線通信を利用したセンサーネットワークにおける消費電力の最小化に関する2つの研究成果をまとめている。最初の成果では、カバレッジを高めるためのセンサーの配置決定における消費電力の最小化について検討している。次の成果では、センサーネットワーク上でブロードキャストを実行する時点での消費電力の最小化を議論している。

まずセンサー配置についてはバックオフ遅延時間を導入したアルゴリズムの開発に挑戦している。センサーのモデルは一般的であって、通信範囲と検出範囲が定められている。センサー配置のモデルは現実的なモデルとするために、障害物の存在を許すものとなっている。又、センサーの位置決めにあたっては、近すぎるセンサーの間には互いに遠ざける斥力を働かせ、遠すぎるセンサーの間には互いに引き合う引力を働かせている。アルゴリズムにおける重要なアイデアは、各センサーごとに実際に移動するまでに待たされる時間をバックオフ遅延時間として計算し、これを動的に制御して、重ならないように移動のタイミングを決定することにある。評価実験を通じて、センサーの混雑のいかんにかかわらず、センサーの位置決めに必要な消費電力が低く抑えられることを示している。同時に、最終的に求まるセンサー配置のカバレッジも高いことを確認している。

次に、センサーネットワーク上でのブロードキャストについて2つの取り組みをして、消費電力の最小化のアルゴリズムを提案している。具体的には、ブロードキャストされたメッセージを再送信するセンサーの総数を低く抑えることと、伝送すべき距離が小さくなるようにセンサーノードを選択することである。メッセージ伝送に必要な送信出力を動的に制御することが消費電力の削減につながることは良く知られている。提案アルゴリズムでは、メッセージの再送を行うセンサーノードの決定フェーズで、これら2つの要請を判定条件として取り入れることに成功している。有効性を確認するために行った評価実験では、従来法との比較も行っている。その結果、センサーネットワークの形状やネットワークの混み具合に係わらず、提案するアルゴリズムが優位性をもつことを確認している。更に、センサーノードが動くことによって生じるセンサーネットワークの動的な変化への適応性も提案アルゴリズムが優れていることを示している。

以上のように、本論文で述べた2つの成果はセンサーネットワークにおける消費電力の削減手法の開発に関する知見として大きく貢献するものと期待できる。

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。