

審査の結果の要旨

氏名 陳 紅陽

本論文は「Accurate and Efficient Node Localization in Wireless Sensor Networks (無線センサネットワークにおける正確で効率的な位置同定)」と題し、様々な条件下におけるマルチホップ無線センサネットワークのためのローカライゼーション(位置同定)手法の高性能化手法について述べたものであり、全七章から構成されている。

第一章は「Introduction (序論)」であり、センサネットワークにおけるローカライゼーションの重要性を説明すると共に、論文全体の概観を行っている。

第二章は「Localization Measurements and Algorithms (ローカライゼーションの様々な手法と必要な観測の測定手法)」と題し、従来のローカライゼーション手法の整理を行うと共に、これら従来手法の問題点を述べ、より精度の高いローカライゼーション手法の研究の必要性を指摘している。

第三章は「Range Free Localization with the Radical Line (根軸を用いたレンジフリーローカライゼーション)」と題し、代表的なレンジフリーローカライゼーション手法であるセントロイドアルゴリズムにおける、「自ノードの位置が、幾何学的に制限される位置の範囲外に推定されてしまうことが多い」という本質的な欠陥を解決するために、2つのアンカーノードの位置とその通信半径から決定される根軸を利用する手法を提案している。提案手法はセントロイドアルゴリズムに比べ計算量はわずかに増加するものの上述の問題をほぼ回避することが出来るという優れた特性を有している。あわせて本手法の性能を理論とシミュレーションによって解析し、アンカーノードの通信範囲が一定ではない場合においても安定したローカライゼーションが行えることを示している。

第四章は「Mobile Element Assisted Cooperative Localization for Wireless Sensor Networks with Obstacles (モバイルエレメントを利用したセンサネットワークの協調型ローカライゼーション)」と題し、GPS等で自己の位置が常に既知な移動アンカーノードが、位置情報を含むメッセージを定期的に広告しながら環境中を走行し、自己位置が未知の固定ノードがこのメッセージを受信する場合のローカライゼーション手法について論じている。この場合のローカライゼーションは、理論的には2次元連立不等式を解くことと等価であるが、通信半径が不安定な現実的な条件下では可能解が存在しない場合が出てくる。これに対処するため、この問題を凸計画問題の形に変形し、可能解の存在の有無に依らず質の良いローカライゼーションが行える新たな手法を解明している。あわせて、アンカーノードの効率的なスケジューリング手法を示すと共に、提案手法を測位誤差について理論とシミュレーションによって提案手法の性能評価を行いその有効性を明らかにしている。

第五章は「Accurate and Efficient Node Localization for Mobile Sensor Networks (モバイルセンサネッ

トワークのための正確で高効率なノードローカライゼーション)」と題し、自己が既知の複数のアンカーノードと、自己位置が未知の一般ノードの両者が共にモビリティを持つ場合のローカライゼーション手法について論じている。提案手法においては、アンカーノードが定期的に自己位置のブロードキャストを行い、一般ノードは各アンカーノードからのホップ数を推定する。この場合、ブロードキャストパケット数を抑制することが重要となることから、受信信号が弱く送信ノードから遠いと推定されるノードが優先的にブロードキャストを行う工夫を行うと共に、バーチャルアンカーノードとパーティクルフィルターを組み合わせたローカライゼーション手法を提案している。また、ノードの密度、移動速度、位置推定誤差などの多角的な観点からの性能評価を理論とシミュレーションによって行い提案手法の有効性を明らかにしている。

第六章は「Distributed Source Localization in Wireless Underground Sensor Networks (地中センサネットワークにおける分散ノードローカライゼーション)」と題し、地中センサネットワークにおけるレンジベースローカライゼーション手法について論じている。土砂は分散性媒質であり電波伝搬速度が周波数依存特性を持つため、従来は直接TDOAを用いてノード間距離を測定することが出来なかったが、ここでは複数のノード間距離の候補から、ロバストな中国剰余定理を用いて正しい距離を導出する手法を提案している。また、得られたノード間距離に基づいて分散的にローカライゼーションを行う手法を提案すると共に、その諸特性をシミュレーションにより解明している。

第七章は「Conclusion (結論)」であり、論文の成果と今後の展開をまとめている。

以上これを要するに、本論文は、様々な前提条件における無線センサネットワークにおけるローカライゼーション手法の高性能化を図ると共に、提案手法の性能と有効性を明確にした研究であり、電子情報学に貢献するところが少なくない。よって本論文は博士(情報理工学)の学位論文として合格と認められる。